

明細書

オフセット補償装置

5 技術分野

本発明は、互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて所定の処理を施し、これらの処理の結果のベクトル和を出力する回路が備えられた電子機器において、これらの処理を個別に行うアナログ回路の特性の変化あるいは偏差に起因してこのベクトル和に生じるオフセットを補償するオフセット補償装置に関する。

10

背景技術

互いに直交する2つの搬送波信号と入力信号との積和（ベクトル和）として被変調波信号を生成する直交変調器は、多様な変調方式や信号点配置を柔軟に実現可能であるために、多くの通信装置および電子機器に適応されている。

15 また、このような被変調波信号には、上記の2つの搬送波信号にアナログ領域で個別に乗算を施す回路の特性の相違や変動に起因して、搬送波成分の漏れその他の性能の劣化の要因となる成分（以下、「オフセット」という。）が重畳される。

図21は、オフセットの補償が行われる直交変調器が備えられた無線送信装置
20 の構成例を示す図である。

図において、オフセット補償器51の2つの入力には、既述の2つの搬送波信号にそれぞれ対応したIチャネルとQチャネルとを介して並行して伝送されるべき送信データが入力され、そのオフセット補償器51の制御入力には外部から制御情報が入力される。このオフセット補償器51の出力はD/A変換器52（上
25 記のIチャネルとQチャネルとに個別に対応したD/A変換を並行して行う。）のにそれぞれ接続され、このD/A変換器52の出力は直交変調器53の対応するに接続される。直交変調器53の搬送波入力には発振器54の出力が接続され、その直交変調器53の出力は電力増幅器55を介してアンテナ56の給電点に接続される。

このような構成の無線送信装置（以下、「第一の従来例」という。）では、オフセット補償器 5 1 は、上述した 2 つの送信データをそれぞれ示す信号（以下、簡単のため、「変調信号」という。）の何れか一方に既述の制御情報を加算する。D/A 変換器 5 2 は、その制御情報が加算された変調信号を含む 2 つの変調信号 5 を個別のアナログ信号に変換する。直交変調器 5 3 は、発振器 5 4 によって生成された搬送波信号を互いに直交する 2 つの搬送波信号に変換し、これらの 2 つの搬送波信号と上述したアナログ信号との積和として被変調波信号を生成する。電力増幅器 5 5 は、アンテナ 5 6 を介してその被変調波信号を所望のレベルで送信する。

10 また、上述した制御電圧は、発振器 5 4 によって直交変調器 5 3 に与えられる搬送波信号の成分の内、例えば、I チャンネルと Q チャンネルとにそれぞれ対応した D/A 変換器 5 2 の特性の差に起因して直交変調器 5 3（または電力増幅器 5 5）の出力端で観測される搬送波信号の成分が最小となる値に、手動で設定される。

15 なお、このような D/A 変換器 5 2 の特性の差に起因するオフセットについては、例えば、その D/A 変換器 5 2 に与えられる直流の基準電圧が直接増減される（以下、「第二の従来例」という。）、あるいは直交変調器 5 3 に入力される既述のアナログ信号の一方または双方に重畳される直流電圧が直接増減される（以下、「第三の従来例」という。）ことによる補償も可能である。

20 図 2 2 は、オフセットの補償が行われる直交変調器が備えられた無線送信装置の他の構成例を示す図である。

図 2 2 に示す無線送信装置（以下、「第四の従来例」という。）の構成は、下記の点で図 2 1 に示す無線送信装置の構成と異なる。

・ 電力増幅器 5 5 の出力が方向性結合器 5 7 を介してアンテナ 5 6 の給電点に
25 接続される。

・ 方向性結合器 5 7 のモニタ端子が縦続接続されたミキサ 6 1、A/D 変換器 6 2、直交復調器 6 3 および帰還制御部 6 4 を介してオフセット補償器 5 1 の制御入力に接続される。

・ ミキサ 6 1 の局発入力に発振器 6 5 の出力が接続され、直交復調器 6 3 の搬

送波入力に発振器 6 6 の出力が接続される。

ミキサ 6 1 は、発振器 6 5 によって生成された局発信号に応じて、方向性結合器 5 7 を介して与えられる被変調波信号を周波数変換し、その被変調波信号の成分を中間周波数帯で示す被監視中間周波信号を生成する。

5 A/D変換器 6 2 は、その被監視中間周波信号を所定の周波数のクロック信号に同期したデジタル信号に変換する。

直交復調器 6 3 は、「発振器 6 6 によって生成され、かつ互いに直交する 2 つの搬送波信号」に応じてそのデジタル信号を直交復調することによって、互いに直交する I チャンネルおよび Q チャンネルにそれぞれ対応した直交被監視信号 i、
10 q を生成する。

帰還制御部 6 4 は、直交被監視信号 i、q を複素平面上で平滑化することによって、これらの直交被監視信号 i、q に個別に含まれるオフセット分を求め、これらのオフセット分をオフセット補償器 5 1 に負帰還することによって、「そのオフセット補償器 5 1 の出力端から D/A 変換器 5 2 を介して直交変調器 5 3 の
15 出力端に至る区間」について、上記の I チャンネルおよび Q チャンネルの間の不平衡に起因するオフセットを補償する。

したがって、このような第四の従来例では、帰還路において A/D 変換が行われた後に直交復調が行われるために、例えば、後述する特許文献 4 のように、帰還路に既述の I チャンネルと Q チャンネルとにそれぞれ対応した A/D 変換器が備え
20 られることなく、しかも、これらの A/D 変換器の間におけるオフセットの補償が不要であるために、低廉化や小型化に併せて、消費電力の節減が図られる。

ところで、上述した第一ないし第三の従来例では、例えば、環境条件や経年に応じて I チャンネルおよび Q チャンネルに対応した D/A 変換器 5 2 の特性の差が広範に変化する場合には、オフセットの補償が安定には行われず、そのために、送
25 信される被変調波に無用な搬送波信号の成分が含まれる可能性があった。

また、これらの従来例では、直交変調器 5 3（または電力増幅器 5 5）の出力端で観測される搬送波信号の成分の監視にスペクトラムアナライザその他の専用の装置が適用されなければならなかった。

また、上述した第四の従来例では、A/D 変換器 6 2 によって既述の A/D 変

換に適用されるクロック信号の成分は、そのA/D変換器62の内部において異なる布線の間における無用な結合、あるいは素子の特性に起因してこのA/D変換器62の出力に伝達され得る。さらに、このようにして伝達されたクロック信号の成分は、特に、「既述の被監視中間周波信号の搬送波の成分」と周波数が等しい場合には、「帰還制御部64によって求められ、かつオフセット補償器51に負帰還されるオフセット分」に重畳される。

したがって、第四の従来例では、オフセットの補償の精度は、搭載されるA/D変換器の数が単一であるにもかかわらず、必ずしも十分に高くはならず、しかも、温度や経年に応じて変化する可能性が高かった。

10 [特許文献1]

特開平9-83587号公報（要約、図7）

[特許文献2]

特開2000-270037号公報（要約、図1）

[特許文献3]

15 特開2000-278345（要約、図1）

[特許文献4]

特開平10-79693（要約）

発明の開示

20 本発明は、回路や素子に伴い得る特性および性能の偏差、これらの特性または性能の多様な変動に柔軟に適応し、かつ安定に精度よくオフセットを補償できるオフセット補償装置を提供することを目的とする。

また、本発明の目的は、既述のベクトル和を出力する回路の特性に偏差が伴い、あるいは環境条件、経年その他に応じてこれらの特性が広範に変化し得る場合であつても、この回路によって出力されるベクトル和に含まれるオフセットが精度よく安定に抑圧される点にある。

さらに、本発明の目的は、適応アルゴリズムに基づいてオフセットベクトルの収束が進んだ状態であっても、既述の内積の絶対値が過度に小さな値になることに起因する無用な収束の遅れが回避されると共に、オフセットの補償が安定に、

かつ精度よく行われる点にある。

また、本発明の目的は、多様な装置やシステムの構成に対する適用が可能となる点にある。

さらに、本発明の目的は、適応制御の手順が簡略化され、処理量や電力の節減
5 に併せて、応答性の向上が可能となる点にある。

また、本発明の目的は、始動や稼働の再開に際して速やかに定常状態に移行することができる点にある。

さらに、本発明の目的は、適応制御が定常的に行われる場合に比べて、消費電力の節減が図られ、かつ熱設計、実装および低廉・小型化にかかわる制約が緩和
10 される点にある。

また、本発明の目的は、確度高く、かつ安定に電力の消費が節減される点にある。

さらに、本発明の目的は、オフセットベクトルが好適なベクトルに精度よく収束した後には、そのオフセットベクトルが大幅に更新されるべき要因が発生しない限り、適応制御部が無用に作動することに起因する電力の消費が確度高く回避
15 される点にある。

また、本発明の目的は、多様な回路にかかわるオフセットの補償が可能となる点にある。

さらに、本発明の目的は、多様な入力信号や、既述の回路の構成に対する柔軟
20 な適応が可能となる点にある。

また、本発明の目的は、既述の回路によって行われるべき多様な処理の形態に対する柔軟な適応が可能となる点にある。

さらに、本発明の目的は、直交変調器の不平衡が安定に精度よく抑制される点にある。

25 また、本発明の目的は、直交変調器の不平衡が安定に精度よく抑制され、かつ歪み補償が広帯域に亘って精度よく達成される点にある。

さらに、本発明の目的は、温度その他の環境の広範な変化と経年とに対する柔軟な適応が図られ、かつ直交変調器の不平衡が精度よく安定に抑制される点にある。

また、本発明の目的は、被変調波の占有帯域が広範に変化し得る場合であっても、直交変調器の不均衡が安定に精度よく抑制される点にある。

さらに、本発明の目的は、ハードウェアの多様な構成および特性に対する柔軟な適応に併せて、性能および信頼性の向上および安定な維持が図られる点にある。

5 本発明の摘要は、下記の通りである。

本発明にかかわる第一のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する。適応制御手段は、

10 時系列の順に偏差の増分を示す増分ベクトルと先行して求められた補償ベクトルとの内積と、その偏差を示す最新の偏差ベクトルとの積の期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいてこの補償ベクトルを更新し、ベクトル和を出力する回路に入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える。

15 このような補償ベクトルは、上述した入力信号に重畳されて先行して既述の回路に入力されたオフセットベクトルが更新されるべき方向および絶対値を意味する。また、増分ベクトルは、このようなオフセットベクトルに代わるオフセットベクトルが適用されたことによって既述の偏差に生じる変動分を意味する。

すなわち、これらの補償ベクトルと増分ベクトルとの内積は、上述した回路の
20 出力から「偏差監視手段の初段ないし既述のA/D変換が行われる段」の入力端に至る区間の移相量の総和の余弦値に相当し、その位相量の相違や変動に適応した値に適宜更新される。

さらに、オフセットベクトルは、このような内積と最新の偏差との積の期待値を最小化する適応アルゴリズムの下で更新されるために、上記の移相量の偏差や
25 変動に対して柔軟に、かつ安定に適応した値に維持される。

したがって、上述した回路と区間との双方または何れか一方の特性に偏差が伴い、あるいは環境条件、経年その他に応じてこれらの特性が広範に変化し得る場合であっても、この回路によって出力されるベクトル和に含まれるオフセットが精度よく安定に抑圧される。

本発明にかかわる第二のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、互いに直交する 2 つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和を A/D 変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する。適応制御手段は、
5 入力信号とベクトル信号との内積と、時系列の順における偏差の増分を示す増分ベクトルとの積の期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいて補償ベクトルを求め、ベクトル和を出力する回路に入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える。

すなわち、上述した適応アルゴリズムに基づいて補償ベクトルが求められる適
10 応制御の過程は、補償ベクトルと増分ベクトルとの内積に代えて、既述の入力信号とベクトル信号との内積が適用される点で上記の第一のオフセット補償装置と異なる。

しかし、このような内積は、既述の回路に入力される入力信号と、その回路によって出力されたベクトル和がディジタル領域で直交復調されることによって生
15 成されたベクトル信号との位相差の余弦値に相当するために、この回路の位相量が許容される程度に小さい限り、既述の区間の移相量の総和の余弦値に等価であり、その移相量の相違や変動に適応した値に適宜更新される。

したがって、上述した回路と区間との双方または何れか一方の特性に偏差が伴い、あるいは環境条件、経年その他に応じてこれらの特性が広範に変化し得る場
20 合であっても、既述の第一のオフセット補償装置と同様に、この回路によって出力されるベクトル和に含まれるオフセットが精度よく安定に抑圧される。

本発明にかかわる第三のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、互いに直交する 2 つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和を A/D 変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、
25 そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する。適応制御手段は、時系列の順に偏差の増分を示す増分ベクトルと先行して求められた補償ベクトルとの内積のベクトル空間上における和と、その偏差を示す最新の偏差ベクトルとの積の期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいてこの補償ベクトルを更新し、ベクトル和を出力する回路に入力信号に重畳されて入力されるべきオフセッ

トベクトルにその補償ベクトルを加える。

上述した内積の和の絶対値は、上述した適応アルゴリズムに基づいて既述の補償ベクトルが好適なベクトルに収束する過程であっても、著しく小さな値とならない。

- 5 したがって、適応アルゴリズムに基づいてオフセットベクトルの収束が進んだ状態であっても、上記の内積の絶対値が過度に小さな値になることに起因する無用な収束の遅れが回避されると共に、オフセットの補償が安定に、かつ精度よく行われる。

本発明にかかわる第四のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、互いに直
10 交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する。適応制御手段は、入力信号とベクトル信号との内積のベクトル空間上における和と、時系列の順における偏差の増分を示す増分ベクトルとの積の期待値を最小化する適応アルゴリ
15 ズムに基づいて補償ベクトルを求め、ベクトル和を出力する回路に入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える。

すなわち、上述した適応アルゴリズムに基づいて補償ベクトルが求められる適応制御の過程は、補償ベクトルと増分ベクトルとの内積に代えて、既述の入力信号とベクトル信号との内積が適用される点で上記の第三のオフセット補償装置と
20 異なる。

しかし、このような内積は、既述の回路に入力される入力信号と、その回路によって出力されたベクトル和がディジタル領域で直交復調されることによって生成されたベクトル信号との位相差の余弦値に相当するために、この回路の位相量が許容される程度に小さい限り、既述の区間の移相量の総和の余弦値に等価であ
25 り、その移相量の相違や変動に適応した値に適宜更新される。

したがって、適応アルゴリズムに基づいてオフセットベクトルの収束が進んだ状態であっても、既述の第三のオフセット補償装置と同様に、上記の内積の絶対値が過度に小さな値になることに起因する無用な収束の遅れが回避されると共に、オフセットの補償が安定に、かつ精度よく行われる。

本発明にかかわる第五のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する。適応制御手段は、5 時系列の順に偏差の増分を示す増分ベクトルと先行して求められた補償ベクトルとの内積をベクトル信号から減じ、その偏差を示す最新の偏差ベクトルの期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいてこの補償ベクトルを更新すると共に、ベクトル和を出力する回路に入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える。

- 10 このような補償ベクトルは、既述の内積と最新の偏差ベクトルとの積ではなく、その偏差ベクトルのみを最小化する適応アルゴリズムに基づいて更新されるが、この内積は、その適応アルゴリズムに基づいて適応制御を行う適応制御手段の前段に負帰還される。

すなわち、適応制御手段によって行われる適応制御は、上記の負帰還が先行し15 て行われることによって、既述の第一のオフセット補償装置において行われる適応制御とほぼ等価となる。

したがって、上述した回路と区間との双方または何れか一方の特性に偏差が伴い、あるいは環境条件、経年その他に応じてこれらの特性が広範に変化し得る場合であっても、第一のオフセット補償装置と同様に、この回路によって出力され20 るベクトル和に含まれるオフセットが精度よく安定に抑圧される。

本発明にかかわる第六のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する。適応制御手段は、25 入力信号とベクトル信号との内積をベクトル信号から減じ、かつ偏差を示す最新の偏差ベクトルの期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいてこの補償ベクトルを更新すると共に、ベクトル和を出力する回路に入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える。

すなわち、補償ベクトルと増分ベクトルとの内積ではなく、既述の入力信号と

ベクトル信号との内積が適用される点で上記の第五のオフセット補償装置と異なる。

しかし、このような内積は、既述の回路に入力される入力信号と、その回路によって出力されたベクトル和がディジタル領域で直交復調されることによって生成されたベクトル信号との位相差の余弦値に相当するために、この回路の位相量が許容される程度に小さい限り、既述の区間の移相量の余弦値に等価であり、その位相量の相違や変動に適応した値に適宜更新される。

したがって、上述した回路と区間との双方または何れか一方の特性に偏差が伴い、あるいは環境条件、経年その他に応じてこれらの特性が広範に変化し得る場合であっても、既述の第五のオフセット補償装置と同様に、この回路によって出力されるベクトル和に伴うオフセットが精度よく安定に抑圧される。

本発明にかかわる第七のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、ベクトル和に施された処理の結果をA/D変換し、その処理の逆の処理をディジタル領域で施した後に直交復調することによってベクトル信号を生成する。

すなわち、上述したベクトル和を生成し、かつオフセットが補償されるべき回路の後段に既述の処理を行うハードウェアが介在すると共に、そのハードウェアの移相量その他の特性が変動し得る場合であっても、既述の適応アルゴリズムに基づいてオフセットベクトルが順次更新される。

したがって、本発明の適用が可能な装置やシステムの構成にかかわる自由度が高められる。

本発明にかかわる第八のオフセット補正装置では、適応制御手段は、内積として、その内積が求められるべき2つのベクトルが個別に位置するベクトル空間上の象限においてそのベクトル空間の全ての軸に対して共通の角度をなし、かつ絶対値が共通である2つのベクトルの内積を求める。

すなわち、上述した内積は、既述の2つのベクトルを個別に近似する2つのベクトルに基づいて求められる。

したがって、適応制御の手順が簡略化され、所要する処理量や電力の節減に併せて、応答性の向上が可能となる。

本発明にかかわる第九のオフセット補正装置では、適応制御手段は、偏差、ま

たは増分ベクトルの絶対値が大きいほど、適応制御に適用されるべきステップサイズ μ を大きく設定する。

このような適応制御の応答性は、その適応制御の下で更新されるオフセットベクトルが好適なベクトルに収束するほど低くなる。

- 5 また、適応制御手段が始動し、あるいは稼働を再開した直後にその適応制御手段によって行われる適応制御の応答性は、高く設定される。

したがって、本発明が適用された装置やシステムは、始動や上記の稼働の再開に際して速やかに定常状態に移行することができる。

- 本発明にかかわる第十のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、先行して
10 求められた偏差、または増分ベクトルの絶対値が大きいほど、短い区間に亘って直流分を平滑化し、その結果についてこの偏差を得る。

このような適応制御の応答性は、その適応制御の下で更新されるオフセットベクトルが好適なベクトルに収束するほど低くなる。

- また、偏差監視手段が始動し、あるいは稼働を再開した直後に適応制御手段に
15 よって行われる適応制御の応答性は、高く設定される。

したがって、本発明が適用された装置やシステムは、始動や上記の稼働の再開に際して速やかに定常状態に移行することができる。

- 本発明にかかわる第十一のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、先行して求められた偏差、または増分ベクトルの絶対値が大きいほど、時系列に対する
20 変化率が大きな重みに基づいて直流分を平滑化し、その結果についてこの偏差を得る。

適応制御の応答性は、その適応制御の下で更新されるオフセットベクトルが好適なベクトルに収束するほど低くなる。

- また、偏差監視手段が始動し、あるいは稼働を再開した直後に適応制御手段に
25 よって行われる適応制御の応答性は、高く設定される。

したがって、本発明が適用された装置やシステムは、始動や上記の稼働の再開に際して速やかに定常状態に移行することができる。

本発明にかかわる第十二のオフセット補正装置では、適応制御手段は、補償ベクトルが更新されるべき頻度で、間欠的に作動する。

すなわち、適応制御手段は、補償ベクトルの更新が不要である期間には、その補償ベクトルを更新することなく待機し、あるいは停止する。

したがって、適応制御手段が定常的に何らかの処理を行う場合に比べて、消費電力の節減が図られ、かつ熱設計、実装および低廉・小型化にかかわる制約が緩和される。

本発明にかかわる第十三のオフセット補正装置では、適応制御手段は、先行して求められた偏差、または増分ベクトルの絶対値が既定の下限值を下回ったときに停止する。

すなわち、偏差監視手段は、既述の適応制御の下でオフセット補正ベクトルが好適なベクトルに収束した状態では、何ら処理を行わず、かつ電力を消費しない。

したがって、本発明が適用された装置やシステムは、確度高く、かつ安定に電力の消費が節減される。

本発明にかかわる第十四のオフセット補正装置では、分散監視手段は、先行して求められた偏差、または増分ベクトルの絶対値の分散を監視する。適応制御手段は、分散が既定の閾値を下回ったときに停止する。

すなわち、適応制御手段は、上記の偏差、または増分ベクトルの絶対値の平均が単に小さい期間ではなく、これらの偏差、または増分ベクトルの絶対値が所定の広い範囲において増減する期間であっても作動する。

したがって、オフセットベクトルが好適なベクトルに精度よく収束した後は、そのオフセットベクトルが大幅に更新されるべき要因が発生しない限り、適応制御部が無用に作動することに起因する電力の消費が確度高く回避される。

本発明にかかわる第十五のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、直流分の偏差を入力信号に重畳されている直流分を基準として監視する。

すなわち、既述のベクトル和を出力する回路のオフセットが補償されるにもかかわらず、このベクトル和には、その回路に入力される入力信号に重畳された直流分が含まれる。

したがって、多様な回路で生じるオフセットの補償が可能となる。

本発明にかかわる第十六のオフセット補正装置では、準オフセット監視手段は、入力信号に重畳されている直流分の平均値が「0」となった時点を検出する。偏

差監視手段および適応制御手段は、準オフセット監視手段によって時点が検出される度に始動する。

すなわち、入力信号に重畳されている直流分の平均値の如何にかかわらず、偏差監視手段および適応制御手段が定常的に稼働する場合に比べて、その適応制御
5 手段によって行われるオフセットベクトルの更新が精度よく行われる。

したがって、多様な入力信号や、既述の回路の構成に対する柔軟な適応が可能となる。

本発明にかかわる第十七のオフセット補正装置では、偏差監視手段は、回路で生じたオフセットが分布し得る低域におけるベクトル信号の成分のレベルが既定
10 の下限値を下回る期間を特定する。適応制御手段は、偏差監視手段によって特定された期間に停止する。

すなわち、オフセットベクトルが好適なベクトルに収束した状態は、単なる直流分ではなく、その直流分を含む所望の帯域に分布する成分のレベルに基づいて識別され、その状態が継続する限り、無用な適応制御の試行が規制される。

15 したがって、上述した回路によって行われるべき多様な処理の形態に対する柔軟な適応が可能となる。

本発明にかかわる第十八のオフセット補償装置では、復調手段は、互いに直交する2つのチャンネルに個別に対応した2つのD/A変換器と、これらのD/A変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波をA/D変換
20 し、かつ直交復調することによって2つのモニタ信号を生成する。断続制御手段は、復調手段に対する被変調波の供給を断続する。制御手段は、被変調波の供給が行われる期間に、2つのモニタ信号に個別に含まれる複合直流分を抽出し、被変調波の供給が行われない期間に2つのモニタ信号に個別に含まれる余剰直流分を抽出し、これらの複合直流分と余剰直流分との2つのチャンネル毎の差を2つの
25 D/A変換器にそれぞれ負帰還することによって、直交変調器の不平衡を抑制する。

すなわち、既述のA/D変換に供されるクロック信号の成分が上述した2つのモニタ信号に重畳しても、その成分は余剰直流分として抽出され、かつ「2つのD/A変換器に負帰還される差」から除かれる。

したがって、このようなクロック信号の成分のレベルが大きく、あるいは広範に変化し得る場合であっても、直交変調器の不平衡が安定に精度よく抑制される。

本発明にかかわる第十九のオフセット補償装置では、復調手段は、互いに直交する2つのチャンネルに個別に対応した2つのD/A変換器と、これらのD/A変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を周波数変換し、かつA/D変換して直交復調することによって2つのモニタ信号を生成する。局発制御手段は、周波数変換に供される局発信号の周波数を規定の値Fと、その規定の値Fと異なる値($=F \pm \Delta f$)とに設定する。制御手段は、局発信号の周波数が規定の値Fと異なる期間に2つのモニタ信号に個別に含まれる余剰直流分を求め、かつ局発信号の周波数が規定の値Fである期間に、2つのモニタ信号に個別に含まれる複合直流分を求め、かつこれらの複合直流分と余剰直流分との2つのチャンネル毎の差を2つのD/A変換器にそれぞれ負帰還することによって、直交変調器の不平衡を抑制する。

すなわち、既述のA/D変換に供されるクロック信号の成分が上述した2つのモニタ信号に重畳しても、その成分は、直交変調器の不平衡に起因する直流分とは周波数の相違に基づいて余剰直流分として抽出され、かつ「2つのD/A変換器に負帰還される差」から除かれる。

したがって、このようなクロック信号の成分のレベルが大きく、あるいは広範に変化し得る場合であっても、直交変調器の不平衡が安定に精度よく抑制される。

本発明にかかわる第二十のオフセット補償装置では、復調手段は、互いに直交する2つのチャンネルに個別に対応した2つのD/A変換器と、これらのD/A変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を規定の値Fと異なる周波数($=F \pm \Delta f$)の局発信号に基づいて周波数変換し、かつA/D変換すると共に、規定の値fと異なる周波数($=f \pm \Delta f$)の搬送波に基づいて直交復調することによって2つのモニタ信号を生成する。制御手段は、2つのモニタ信号に個別に含まれる直流分を2つのD/A変換器にそれぞれ負帰還することによって、直交変調器の不平衡を抑制する。

すなわち、既述のA/D変換に供されるクロック信号の成分が上述した2つのモニタ信号に重畳しても、その成分は、直交変調器の不平衡に起因する直流分と

は周波数の相違に基づいて分離され、このようにして負帰還される直流分には含まれない。

したがって、既述のA/D変換に供されるクロック信号の成分が上述した2つのモニタ信号に多様なレベルで重畳されても、直交変調器の不均衡が安定に精度よく抑制される。

本発明にかかわる第二十一のオフセット補償装置では、復調手段は、互いに直交する2つのチャンネルに個別に対応した2つのD/A変換器と、これらのD/A変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を周波数変換し、かつA/D変換して直交復調することによって2つのモニタ信号を生成する。局発制御手段は、周波数変換に供される局発信号の周波数を規定の値Fと、その規定の値Fと異なる値($=F \pm \Delta f$)とに設定する。制御手段は、局発信号の周波数が規定の値Fと異なる期間に、直交復調に供される搬送波の周波数を規定の値fと異なる周波数($=f \pm \Delta f$)に設定すると共に、2つのモニタ信号に個別に含まれる直流分を2つのD/A変換器に負帰還し、かつ局発信号の周波数が規定の値Fである期間に、搬送波の周波数を規定の値fに設定すると共に、直流分を2つのD/A変換器に負帰還することによって、直交変調器の不均衡を抑制する。

すなわち、既述のA/D変換に供されるクロック信号の成分が上述した2つのモニタ信号に重畳しても、その成分は、直交変調器の不均衡に起因する直流分とは周波数の相違に基づいて分離され、このようにして負帰還される直流分には含まれない。

したがって、このようなクロック成分のレベルが大きく、あるいは広範に変化し得る場合であっても、直交変調器の不均衡が安定に精度よく抑制される。

さらに、上記の直流分が求められる期間にも、直交変調器の不均衡の抑制が確度高く行われ、その直流分が求められた後には、周波数変換に供される局発信号の周波数と、直交復調に供される搬送波の周波数とが何れも規定の値に設定されるので、これらの周波数を前提として行われる歪み補償が広帯域に亘って精度よく達成される。

本発明にかかわる第二十二のオフセット補償装置では、復調手段は、互いに直

交する 2 つのチャネルに個別に対応した 2 つの D/A 変換器と、これらの D/A 変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を周波数変換し、かつ A/D 変換して直交復調することによって 2 つのモニタ信号を生成する。局発制御手段は、周波数変換に供される局発信号の周波数を規定の値 F と異なる値 ($= F \pm \Delta f$) と、その規定の値 F とに順次設定する。制御手段は、局発信号の周波数が規定の値 F と異なる期間に、直交復調に供される搬送波の周波数を規定の値 f と異なる周波数 ($= f \pm \Delta f$) に設定すると共に、2 つのモニタ信号に個別に含まれる第一の直流分を 2 つの D/A 変換器に負帰還し、かつ局発信号の周波数が規定の値 F となったときに、直流分を 2 つの D/A 変換器に負帰還しつつ 2 つのモニタ信号に個別に含まれる複合直流分と直流分との差として余剰直流分を求めると共に、2 つの D/A 変換器に、後続する 2 つのモニタ信号に個別に含まれる複合直流分と余剰直流分との 2 つのチャネル毎の差を負帰還することによって、直交変調器の不平衡を抑制する。

すなわち、このようにして負帰還される差には、A/D 変換に供されるクロック信号の成分は上述した 2 つのモニタ信号に直流分として含まれず、しかも、温度や経年に応じた直交変調器の不平衡の程度が柔軟に反映される。

したがって、本実施形態によれば、上述した 2 つのモニタ信号に直流分として重畳されたクロック信号の成分のレベルが一定であると見なされる限り、温度その他の環境の広範な変化と経年とに対する柔軟な適応が図られ、かつ直交変調器の不平衡が精度よく安定に抑制される。

本発明にかかわる第二十三のオフセット補償装置では、周波数制御手段は、被変調波の占有帯域の最大および最小の周波数 f_{\max} 、 f_{\min} と、不平衡に起因して被変調波に含まれる搬送波信号の周波数 f_c とに対して、 $(f_{\max} - f_c)$ 以上、または $(f_{\min} - f_c)$ 以下に Δf を維持する。

すなわち、A/D 変換に供され、かつ 2 つのモニタ信号に重畳されるクロック信号の成分と、直交変調器の不平衡に起因してこれらのモニタ信号に重畳される直流成分とは、被変調波の占有帯域の如何にかかわらず、既述の周波数変換の下で異なる帯域に分布し、これらの帯域の相違に適合した濾波により確実に分離可能となる。

したがって、被変調波の占有帯域が広範に変化し得る場合であっても、直交変調器の不平衡が安定に精度よく抑制される。

図面の簡単な説明

- 5 図 1 は、本発明の第一の実施形態を示す図である。
図 2 は、本発明の第一の実施形態の他の構成を示す図である。
図 3 は、本発明の第二の実施形態を示す図である。
図 4 は、本発明の第三の実施形態を示す図である。
図 5 は、本発明の第四の実施形態を示す図である。
- 10 図 6 は、本発明の第五の実施形態を示す図である。
図 7 は、本発明の第六の実施形態を示す図である。
図 8 は、本発明の第七の実施形態を示す図である。
図 9 は、本発明の第八の実施形態を示す図である。
図 10 は、本発明の第九の実施形態を示す図である。
- 15 図 11 は、本発明の第九の実施形態の他の構成を示す図である。
図 12 は、本発明の第十の実施形態を示す図である。
図 13 は、本発明の第十一の実施形態を示す図である。
図 14 は、本発明の第十二の実施形態を示す図である。
図 15 は、本発明の第十三の実施形態を示す図である。
- 20 図 16 は、本発明の第十三の実施形態の動作を説明する図である。
図 17 は、本発明の第十四の実施形態を示す図である。
図 18 は、本発明の第十四の実施形態の動作を説明する図である。
図 19 は、本発明の第十五ないし第十七の実施形態を示す図である。
図 20 は、本発明の第十五の実施形態の動作を説明する図である。
- 25 図 21 は、オフセットの補償が行われる直交変調器が備えられた無線送信装置の構成例を示す図である。
図 22 は、オフセットの補償が行われる直交変調器が備えられた無線送信装置の他の構成例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面に基づいて本発明の実施形態について詳細に説明する。

[第一の実施形態]

図 1 は、本発明の第一の実施形態を示す図である。

- 5 本実施形態には、下記の要素が備えられる。
- ・ 既述のオフセット補償器 5 1 に代えて備えられたオフセット補償器 5 1 A
 - ・ アンテナ 5 6 の給電路に配置された方向性結合器 1 1
 - ・ その方向性結合器 1 1 のモニタ端子に縦続接続されたミキサ 1 2、A/D 変換器 1 3、直交復調器 1 4 および積分器 1 5
- 10 ・ 出力がミキサ 1 2 の局発入力に接続された発振器 1 6
- ・ 一方の入力に積分器 1 5 の出力が接続され、かつ補償されるべきオフセット分の目標値である「0」が他方の入力に設定された減算器 1 7
 - ・ その減算器 1 7 の出力に縦続接続され、かつ出力がオフセット補償器 5 1 A の制御入力に接続された適応制御部 1 8
- 15 また、適応制御部 1 8 は、下記の要素から構成される。
- ・ 入力に減算器 1 7 の出力が接続された遅延器 (D) 1 9-1
 - ・ 一方の入力に減算器 1 7 の出力が接続され、かつ他方の入力に遅延器 1 9-1 の出力が接続された減算器 2 0
 - ・ 減算器 2 0 の出力に縦続接続された共役演算部 2 1
- 20 ・ 一方の入力にその共役演算部 2 1 の出力が接続された乗算器 2 2-1
- ・ 一方の入力に減算器 1 7 の出力が接続され、かつ他方の入力に乗算器 2 2-1 の出力が接続された乗算器 2 2-2
 - ・ 一方の入力に乗算器 2 2-2 の出力が接続され、かつ他方の入力にステップサイズ μ が与えられると共に、出力がオフセット補償器 5 1 A の制御入力に接続さ
- 25 れた乗算器 2 2-3
- ・ その乗算器 2 2-3 の出力に入力が接続され、かつ出力が乗算器 2 2-1 の他方の入力に接続された遅延器 (D) 1 9-2

以下、図 1 を参照して本発明の第一の実施形態の動作を説明する。

まず、以下では、簡単のため、オフセット補償器 5 1 A の出力から D/A 変換

器 5 2 および直交変調器 5 3 を介して電力増幅器 5 5 の出力端に至る区間については、「フォワード系」と称し、かつ方向性結合器 1 1 のモニタ端子からミキサ 1 2 を介して A/D 変換器 1 3 の入力に至る区間については、「フィードバック系」と称する。

- 5 ミキサ 1 2 は、発振器 1 6 によって生成された局発信号に応じて、方向性結合器 1 1 を介して取得された既述の被変調波信号を周波数変換し、その被変調波信号の成分を中間周波帯またはベースバンド領域で示す被監視信号を生成する。

A/D 変換器 1 3 はその被監視信号をデジタル信号に変換し、かつ直交復調器 1 4 はそのデジタル信号を直交復調することによって、既述の I チャネルおよび Q チャネルにそれぞれ対応した直交被監視信号 i 、 q を生成する。

積分器 1 5 は、これらの直交被監視信号 i 、 q を複素平面上で平滑化することによって、これらの直交被監視信号 i 、 q に含まれるオフセット分を抽出する。減算器 1 7 は、時系列 n の順に、既述の目標値「0」に対するこれらのオフセット分の偏差 $R_{x_offset}[n]$ を求める。

- 15 遅延器 1 9-1 および減算器 2 0 は、このようにして求められた偏差 $R_{x_offset}[n-1]$ 、 $R_{x_offset}[n]$ の増分 $\delta[n](=R_{x_offset}[n]-R_{x_offset}[n-1])$ を時系列 n の順に求める。共役演算部 2 1 は、この増分 $\delta[n]$ に対して複素平面上で共役な共役増分 $\delta'[n]$ を求める。

一方、遅延器 1 9-2 はオフセット補償器 5 1 A に先行して与えられたオフセット補償ベクトル $CMP[n-1]$ を保持し、乗算器 2 2-1 はそのオフセット補償ベクトル $CMP[n-1]$ と上述した共役増分 $\delta'[n]$ との外積 $u[n]$ を時系列 n の順に求める。なお、このような外積 $u[n]$ については、数学的には、「上述したオフセット補償ベクトル $CMP[n-1]$ と増分 $\delta[n]$ との内積」に等価であるので、以下では、簡単のため、「内積 $u[n]$ 」と称し、かつ初期値 $u[0]$ として「 e^{j0} 」
25 が適用されると仮定する。

乗算器 2 2-2、2 2-3 は、その内積 $u[n]$ および既述の偏差 $R_{x_offset}[n]$ と、既定のスカラー量であって一定であるステップサイズ μ とに対して下式で示される外積に、オフセット補償ベクトル $CMP[n]$ を順次更新する。

$$CMP[n] = -\mu \times R_{x_offset}[n] \times u[n] \quad \cdots (1)$$

オフセット補償器 5 1 A は、乗算器 2 2-3 (適応制御部 1 8) によって与えられたオフセット補償ベクトル $CMP_{[n]}$ と、このオフセット補償ベクトル $CMP_{[n]}$ に先行するオフセット補償ベクトル $CMP_{[n-1]}$ に基づいて設定されたオフセットベクトル $T_{Xoffset[n]}$ とに対して下式で示される外積 ($=T_{Xoffset[n+1]}$) に、そのオフセットベクトル $T_{Xoffset[n]}$ を更新する。

$$T_{Xoffset[n+1]} = T_{Xoffset[n]} + CMP_{[n]} \quad \cdots (2)$$

さらに、オフセット補償器 5 1 A は、既述の送信データを示し、かつ互いに直交する 2 つの「変調信号」に、このようなオフセットベクトル $T_{Xoffset[n+1]}$ を加算して D/A 変換器 5 2 に引き渡す。

- 10 ところで、上述したオフセット補償ベクトル $CMP_{[n-1]}$ は、オフセット補償器 5 1 A を介してフォワード系に先行して適用されたオフセットベクトル $T_{Xoffset[n-1]}$ が更新されるべき形態を意味する。

また、既述の増分 $\delta_{[n]}$ は、このようなオフセットベクトル $T_{Xoffset[n-1]}$ に代えてオフセットベクトル $T_{Xoffset[n]}$ がフォワード系に適用されたことにより、フィードバック系に得られる偏差 $R_{Xoffset[n-1]}$ に生じた変動分を意味する。

すなわち、上述したオフセット補償ベクトル $CMP_{[n-1]}$ と増分 $\delta_{[n]}$ との内積 $u_{[n]}$ は、フォワード系およびフィードバック系の移相量の総和 ϕ の余弦値に相当し、これらの移相量の相違や変動に適応した値に適宜更新される。

- 20 さらに、既述のオフセットベクトル $T_{Xoffset[n+1]}$ は、上式(1)、(2)に示されるように、このような内積 $u_{[n]}$ と最新の偏差 $R_{Xoffset[n]}$ との積の期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいて更新され、かつフィードバック系の移相量の偏差や変動に柔軟に、かつ安定に適応した値に維持される。

したがって、本実施形態によれば、フォワード系およびフィードバック系の特性に偏差を伴う場合だけではなく、環境条件や経年に応じてその特性が広範に変動した場合であっても、直交変調器 5 3 の出力には所望の変調方式や信号点配置に適応した被変調波が安定に得られ、かつスプリアスの抑圧が精度よく達成される。

なお、本実施形態では、減算器 1 7 には、既述の目標値として「0」が与えら

れている。

しかし、本発明は、例えば、図2に示すように、送信データに含まれる直流分を検出する積分器21によってこのような目標値が与えられることによって、搬送波信号の成分が残留する被変調波が生成されるべき装置にも適用可能である。

5 [第二の実施形態]

図3は、本発明の第二の実施形態を示す図である。

本実施形態には、下記が要素が備えられる。

- ・ 既述の送信データが一方の入力に与えられ、かつ直交復調器14の出力に他方の入力に接続された位相演算部23

10 ・ その位相演算部23の出力に接続され、かつ既述の適応制御部18に代えて備えられた適応制御部18A

適応制御部18Aは、下記の要素から構成される。

- ・ 減算器17の出力に一方の入力が接続され、かつ上述した位相演算部23の出力に他方の入力に接続された乗算器24-1

15 ・ その乗算器24-1の出力に一方の入力が接続され、かつ他方の入力に既述のステップサイズ μ が与えられると共に、出力がオフセット補償器51Aの制御入力に接続された乗算器24-2

以下、図3を参照して本発明の第二の実施形態の動作を説明する。

位相演算部23は、IチャネルとQチャネルとを介して並行して伝送されるべき2つの送信データに、フォワード系とフィードバック系との伝搬所要時間の総和に等しい遅延を並行して与えることによって、これらの送信データに個別に対応した2つの遅延送信データを生成する。

さらに、位相演算部23は、既述の内積 $u[n]$ に代えて、これらの遅延送信データを示す第一のベクトルと、直交復調器14によって既述の通りに生成された直交被監視信号 i 、 q を示す第二のベクトルとの内積 $u[n]$ を求める。

乗算器24-1、24-2は、その内積 $u[n]$ と、減算器17によって求められた偏差 $R_{\text{offset}}[n]$ と、既述のステップサイズ μ とに対して、式(1)、(2)に示される算術演算を反復して行うことによって、オフセットベクトル $T_{\text{offset}}[n]$ を更新し、そのオフセットベクトル $T_{\text{offset}}[n]$ をオフセット補償器51Aに与

える。

したがって、本実施形態によれば、上述した内積 $u_{[n]}$ が所望の精度および応答性で位相演算部 23 によって求められる限り、既述の第一の実施形態と同様に、フォワード系およびフィードバック系の特性に偏差を伴う場合だけではなく、環境条件や経年に応じてその特性が広範に変動した場合であっても、直交変調器 53 の出力には所望の変調方式や信号点配置に適応した被変調波が安定に得られ、かつスプリアスの抑圧が精度よく達成される。

[第三の実施形態]

図 4 は、本発明の第三の実施形態を示す図である。

10 本実施形態は、下記の要素が備えられた点に特徴がある適応制御部 18B が既述の適応制御部 18 に代えて備えられて構成される。

- ・ 共役演算部 21 の出力に入力 that 接続された絶対値算出部 (ABS) 25
- ・ その絶対値算出部 25 の出力に一方の入力が接続され、かつ既述の乗算器 22-1 の出力に他方の入力が接続された乗算器 22-4
- 15 ・ その乗算器 22-4 の出力に一方の入力が接続された加算器 26
- ・ この加算器 26 の出力に入力 that 接続され、かつ出力がその加算器 26 の他方の入力に接続された遅延器 (D) 27
- ・ 加算器 26 の出力に入力 that 接続された正規化部 28
- ・ その正規化部 28 の出力に一方の入力が接続され、かつ減算器 17 の出力に
- 20 他方の入力が接続されると共に、この減算器 17 の出力ではなく乗算器 22-3 の一方の入力に出力 that 接続された乗算器 22-5

以下、図 4 を参照して本発明の第三の実施形態の動作を説明する。

本実施形態の特徴は、適応制御部 18B において行われる下記の処理の手順にある。

- 25 絶対値算出部 25 は、共役演算部 21 によって算出された共役増分 $\delta'_{[n]}$ の絶対値 $A (= |\delta'_{[n]}|)$ を算出する。乗算器 22-4 は、その絶対値 A と、乗算器 22-1 によって算出された内積 $u_{[n]}$ とを乗じることによって、準内積 $U_{[n]}$ を算出する。遅延器 27 および加算器 26 は、その加算器 26 によって先行して求められたベクトル (以下、「積算ベクトル」という。) にこの準内積 $U_{[n]}$ を積算

することによって、その積算ベクトルを更新する。正規化部 28 は、その積算ベクトルの絶対値を所望の値（ここでは、簡単のため、「1」であると仮定する。）に正規化することによって、正規化内積 $u_{opt}[n]$ を求める。乗算器 22-5、22-3は、 既述の式(1) にそれぞれ代わる式(3) で示される算術演算を時系列 n の順に反復することによってオフセット補償ベクトル $CMP[n]$ を更新し、かつオフセット補償器 51A にこれらのオフセット補償ベクトル $CMP[n]$ を引き渡す。

$$CMP[n] = -\mu \times R_{x_{offset}[n]} \times u_{opt}[n] \quad \dots (3)$$

このような正規化内積 $u_{opt}[n]$ の絶対値は、適応制御部 18B が行う適応制御の下でオフセットベクトル $T_{x_{offset}[n]}$ の値が適正な値に収束する過程では、共役増分 $\delta'[n]$ の絶対値 $A (= |\delta'[n]|)$ が乗じられ、かつ遅延器 27 および乗算器 26 によって既述の積算ベクトルに準内積 $U[n]$ が積算されるにもかかわらず、絶対値が正規化されるために、過度に小さく、あるいは大きくなることが回避される。

したがって、適応制御の下でオフセットベクトル $T_{x_{offset}[n]}$ の収束が進んだ状態であっても、既述の内積 $u[n]$ の絶対値が過度に小さな値となること起因する無用な収束の遅れが回避され、オフセットの補償が安定に、かつ精度よく行われる。

[第四の実施形態]

図 5 は、本発明の第四の実施形態を示す図である。

本実施形態は、適応制御部 18 に代えて適応制御部 18C が備えられ、その適応制御部 18C が有する特定の出力が直交復調器 14 のオフセット入力に接続されることによって構成される。

適応制御部 18C は、下記の通りに構成される。

- 25 ・ 乗算器 22-2 が備えられない。
- ・ 乗算器 22-1 の出力が上述した直交復調器 14 のオフセット入力に接続される。

以下、図 5 を参照して本発明の第四の実施形態の動作を説明する。

適応制御部 18C では、乗算器 22-1 は、既述の第一の実施形態と同様に内積

$u_{[n]}$ を求め、かつ直交復調器 1 4 にその内積 $u_{[n]}$ を引き渡す。また、乗算器 2 2-3 は、このような内積 $u_{[n]}$ の如何にかかわらず、最新の偏差 $R_{xoffset}$ $_{[n]}$ のみの期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいてオフセット補償ベクトル $CMP_{[n]}$ を更新し、オフセット補償器 5 1 A にそのオフセット補償ベクトル $CMP_{[n]}$ を引き渡す。

一方、直交復調器 1 4 は、既述の第一の実施形態と同様に生成された直交被監視信号 i 、 q から上述した内積 $u_{[n]}$ の対応する成分をそれぞれ減じることによって、直交被監視信号 I 、 Q を生成し、これらの直交被監視信号 I 、 Q を積分器 1 5 に引き渡す。

- 10 このように本実施形態では、内積 $u_{[n]}$ が直交復調器 1 4 に直接負帰還されるので、最新の偏差 $R_{xoffset}$ $_{[n]}$ のみの期待値を最小化する単純な適応アルゴリズムに基づいて行われる適応制御の下で、適正なオフセットベクトル $T_{xoffset}$ $_{[n]}$ が第一の実施形態と同様にオフセット補償器 5 1 A に与えられる。

[第五の実施形態]

- 15 図 6 は、本発明の第五の実施形態を示す図である。

本実施形態には既述の適応制御部 1 8 に代えて適応制御部 1 8 D が備えられ、その適応制御部 1 8 D は下記の通りに構成される。

- ・ 共役演算部 2 1 および乗算器 2 2-1、2 2-2 が備えられない。
- ・ これらの共役演算部 2 1 および乗算器 2 2-1、2 2-2 に代えてローテータ 3

- 20 1 が備えられる。

以下、図 6 を参照して本発明の第五の実施形態の動作を説明する。

適応制御部 1 8 D では、ローテータ 3 1 は、既述の第一の実施形態と同様に減算器 2 0 によって与えられた増分 $\delta_{[n]}$ と、遅延器 1 9-2 によって出力されたオフセット補償ベクトル $CMP_{[n-1]}$ とに対して下式(5) で示される複素演算を行
25 うことによって、既述の内積 $u_{[n]}$ に代わる内積 $u_{[n]}$ を算出する。

$$u_{[n]} = (1/2) \cdot \text{sgn}(CMP_{[n-1]}) \times \text{sgn}(\delta_{[n]})^* \quad \dots (5)$$

$$\text{sgn}(x + jy) = \begin{cases} -1 - j & (x < 0, y < 0) \\ -1 + j & (x < 0, y \geq 0) \\ +1 - j & (x \geq 0, y < 0) \\ +1 + j & (x \geq 0, y \geq 0) \end{cases}$$

さらに、ローテータ 3 1 は、減算器 1 7 によって求められた偏差 $R_{x.offset[n]}$ と、上述した内積 $u[n]$ との外積（既述の式(1)の右辺に含まれるステップサイズ μ 以外のベクトル積に相当する。）を乗算器 2 2-3 に引き渡す。

このように本実施形態によれば、オフセット補償ベクトル $CMP[n]$ の更新に際して参照される内積 $u[n]$ の算出が上式(5)に示す通りに簡略化され、かつハードウェアの構成の簡略化が図られる。

[第六の実施形態]

図 7 は、本発明の第六の実施形態を示す図である。

本実施形態は、「既述の減算器 1 7 の出力に inputs が接続され、出力が乗算器 2 2-3 (2 4-2) の他方の inputs に接続されたステップサイズ可変部 3 2」が適応制御部 1 8 (1 8 A ~ 1 8 D) に備えられることによって構成される。

以下、図 7 を参照して本発明の第六の実施形態の動作を説明する。

本実施形態の特徴は、ステップサイズ μ が下記の通りに設定される点にある。

ステップサイズ可変部 3 2 は、減算器 1 7 によって求められた偏差 $R_{x.offset[n]}$ を監視し、その偏差 $R_{x.offset[n]}$ が大きいほど大きな値にステップサイズ μ を設定し、反対にこの偏差 $R_{x.offset[n]}$ が小さいほど小さな値にステップサイズ μ を設定する。

すなわち、オフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ を更新する適応制御の速度は、上記の偏差 $R_{x.offset[n]}$ が大きいほど高速となり、反対に小さいほど低速となる。

したがって、本実施形態によれば、ステップサイズ μ が一定である場合に比べて、始動時およびフォワード系やフィードバック系の特性が変動した場合におけるオフセットの補償が高速に実現され、これらのフォワード系およびフィードバック系に到来した雑音等に起因する無用なオフセットの変動が回避される。

25 [第七の実施形態]

図 8 は、本発明の第七の実施形態を示す図である。

本実施形態には、減算器 1 7 の出力に inputs が接続され、かつ出力が積分器 1 5 の制御 inputs に接続された積分制御部 3 3 が備えられる。

以下、図 8 を参照して本発明の第七の実施形態の動作を説明する。

本実施形態の特徴は、積分制御部 33 および積分器 15 が連係して行う下記の処理の手順にある。

積分制御部 33 は、減算器 17 によって求められた偏差 $R_{x.offset[n]}$ を監視し、その偏差 $R_{x.offset[n]}$ が大きいほど短いインターバルを積分器 15 5 与え、反対にこの偏差 $R_{x.offset[n]}$ が小さいほど長いインターバルを積分器 15 に指示する。

積分器 15 は、このようにして積分制御部 33 によって指示された長さのインターバル毎に直交被監視信号 i 、 q (I 、 Q) を平滑化することによって、これらの直交被監視信号 i 、 q (I 、 Q) に含まれるオフセット分を求める。

10 すなわち、オフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ を更新する適応制御の速度は、上記の偏差 $R_{x.offset[n]}$ が大きいほど高速となり、反対に小さいほど低速となる。

したがって、本実施形態によれば、上記インターバルの長さが一定である場合に比べて、始動時およびフォワード系やフィードバック系の特性が変動した場合 15 におけるオフセットの補償が高速に実現され、これらのフォワード系およびフィードバック系に定常時に到来した雑音等に起因する無用なオフセットの変動が回避される。

[第八の実施形態]

図 9 は、本発明の第八の実施形態を示す図である。

20 本実施形態は、下記の通りに構成される。

- ・ オフセット補償器 51A に代えてオフセット補償器 51B が備えられる。
- ・ 直交復調器 14、積分器 15、減算器 17 および適応制御部 18 (18A ~ 18D) が単一の DSP (Digital Signal Processor) 34 によって実行されるファームウェアとして構成される。

25 ・ その DSP 34 の制御端子に出力が接続されたタイマ 35 が備えられる。

以下、図 9 を参照して本発明の第八の実施形態の動作を説明する。

オフセット補償器 51B は、DSP 34 によって先行して与えられたオフセット補償ベクトル $CMP[n]$ と、このオフセット補償ベクトル $CMP[n]$ に先行するオフセット補償ベクトル $CMP[n-1]$ に基づいて設定されたオフセットベクトル

ル $T_{x.offset[n]}$ とに対して既述の式(2) または式(4) で示される外積 ($=T_{x.offset[n+1]}$) に、そのオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ を更新し、このオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ を保持する。

さらに、オフセット補償器 51B は、既述の送信データを示し、かつ互いに直交する 2 つの「変調信号」に、このようなオフセットベクトル $T_{x.offset[n+1]}$ を加算して D/A 変換器 52 に引き渡す。

一方、タイマ 35 は、下記の何れかのクロック信号を生成する。

- ・ 上記のオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ が更新されるべき周期で立ち上がり、または立ち下がるクロック信号
- 10 ・ DSP 34 がオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ の更新に要する演算所要時間に亘って、そのオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ が更新されるべき時点に先行する時点で立ち上がり、または立ち下がるクロック信号

DSP 34 は、上記のクロック信号の立ち上がり、または立ち下がるの時点でオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ の更新にかかわる処理を開始し、その処理を完了した後は、下記のモードの何れかに移行する。

- ・ 何ら処理を行うことなく待機する待機モード
- ・ 電力を何ら消費せず、あるいは上記の処理の速やかな再開のみに必要な最小の電力を消費する節電モード

すなわち、DSP 34 は、オフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ を更新する処理を行う必要がない期間には、無用な処理を行うことなく待機する。

したがって、本実施形態によれば、DSP 34 が定常的に何らかの処理を行い続ける場合に比べて、大幅な節電が図られ、かつ熱設計だけではなく、高密度実装や総合的な低廉・小型化にかかわる制約が大幅に緩和される。

なお、本実施形態では、直交復調器 14、積分器 15、減算器 17 および適応制御部 18 (18A~18D) が単一の DSP 34 によって実行されるファームウェアとして構成されている。

しかし、本発明はこのような構成に限定されず、上記のクロック信号の立ち上がり、または立ち下がりに応じて既述の処理の全てまたは一部が行われる限り、ハードウェアとソフトウェアとの双方または何れか一方の構成は如何なるもので

あってもよい。

[第九の実施形態]

図10は、本発明の第九の実施形態を示す図である。

本実施形態には、下記の要素が備えられる。

- 5 ・ 減算器17の出力に入力が接続された絶対値算出部36
 - ・ その絶対値算出部36の出力が一方の入力に接続され、かつ他方の入力に第一の閾値が与えられると共に、出力がオフセット補償器51Bの制御入力に接続された比較器37-1
 - ・ その絶対値算出部36の出力が一方の入力に接続され、かつ他方の入力に第二の閾値が与えられると共に、出力が適応制御部18（18A～18D）の制御入力に接続された比較器37-2

以下、図10を参照して本発明の第九の実施形態の動作を説明する。

絶対値算出部36は、減算器17によって求められた偏差 $R_{xoffset[n]}$ の絶対値（ $= |R_{xoffset[n]}|$ ）を求める。

- 15 比較器37-2は、その絶対値が上述した第二の閾値以上であるか否かの判別を行う。適応制御部18（18A～18D）は、その判別の結果が真である期間に限って作動し、かつ既述のオフセット補償ベクトル $CMP[n]$ を更新する。

また、比較器37-1は、上述した絶対値が既述の第一の閾値（ここでは、簡単のため、第二の閾値より大きいと仮定する。）以上であるか否かの判別を行う。

- 20 オフセット補償器51Bは、その判別の結果が真である期間に限って、下記の処理を行う。

- ・ 適応制御部18（18A～18D）によって先行して与えられたオフセット補償ベクトル $CMP[n]$ と、このオフセット補償ベクトル $CMP[n]$ に先行するオフセット補償ベクトル $CMP[n-1]$ に基づいて設定されたオフセットベクトル $T_{xoffset[n]}$ とに対して、既述の式(2)または式(4)で示される外積（ $= T_{xoffset[n]} \times T_{xoffset[n+1]}$ ）に、そのオフセットベクトル $T_{xoffset[n]}$ を更新し、このオフセットベクトル $T_{xoffset[n]}$ を保持する。

・ 既述の送信データを示し、かつ互いに直交した2つの「変調信号」に、このようなオフセットベクトル $T_{xoffset[n+1]}$ を加算してD/A変換器52に引き

渡す。

すなわち、適応制御部 18 (18A~18D) は、減算器 17 によって求められた偏差 $R_{x.offset[n]}$ の絶対値が既述の第二の閾値を上回る期間に限って作動する。

5 したがって、適応制御部 18 (18A~18D) が定常的に作動し、あるいはオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ が単に更新されるべき頻度で間欠的に作動する場合に比べて、そのオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ が所望の精度 (第二の閾値として設定される。) で好適な値に収束した状態における無用な電力の消費が回避される。

10 なお、本実施形態では、比較器 37-2 に併せて比較器 37-1 が備えられ、その比較器 37-1 に与えられる第一の閾値が既述の第二の閾値より大きな値に設定されている。

しかし、本発明はこのような構成に限定されず、例えば、適応制御部 18 (18A~18D) によって更新されたオフセット補償ベクトル $CMP[n]$ に基づい
15 てオフセットベクトル $T_{x.offset[n]}$ が確実に更新される限り、比較器 37-1 が比較器 37-2 に併合されて構成され、あるいはその比較器 37-1 が何ら備えられることなく構成されてもよい。

また、本実施形態では、適応制御部 18 (18A~18D) が作動すべき期間は、比較器 37-2 によって上記の偏差 $R_{x.offset[n]}$ の絶対値に基づいて特定さ
20 れている。

しかし、適応制御部 18 (18A~18D) における無用な電力の消費が許容される場合には、例えば、図 11 に示すように、比較器 37-2 が備えられることなく構成されてもよい。

さらに、上述した第六、第七および第九の各実施形態では、既述のステップサ
25 イズ可変部 32、積分制御部 33 および絶対値算出部 36 には、減算器 17 によって求められた偏差 $R_{x.offset[n]}$ が与えられている。

しかし、これらのステップサイズ可変部 32、積分制御部 33 および絶対値算出部 36 には、例えば、減算器 20 によって求められた増分 $\delta[n]$ が偏差 $R_{x.offset[n]}$ に代えて与えられてもよい。

[第十の実施形態]

図 1 2 は、本発明の第十の実施形態を示す図である。

本実施形態は、積分器 1 5 の出力に入力が入力が接続され、かつ適応制御部 1 8 (1 8 A ~ 1 8 D) の制御入力と、減算器 1 7 の他方の入力とにそれぞれ第一および第二の出力が接続された統計処理部 4 1 が備えられて構成される。

以下、図 1 2 を参照して本発明の第十の実施形態の動作を説明する。

統計処理部 4 1 は、下記の処理を行う。

- ・ 積分器 1 5 によって求められ、かつ既述の直交被監視信号 i 、 q (I 、 Q) に個別に含まれるオフセット分の平均値と分散とを並行して算出する。
- 10 ・ その分散が既定の閾値を上回るか否かの判別を行う。

減算器 1 7 は、このようにして算出された平均値を既述の偏差 $R_{x \text{ offset}[n]}$ の目標値として適用する。

また、適応制御部 1 8 (1 8 A ~ 1 8 D) は、上述した判別の結果が真である期間に限って、作動する。

- 15 すなわち、適応制御部 1 8 (1 8 A ~ 1 8 D) は、上述したオフセット分の平均値が単に既定の下限值を上回る期間ではなく、このオフセット分が所定の範囲で増減する期間であっても作動する。

したがって、オフセットベクトル $T_{x \text{ offset}[n]}$ が好適な値に精度よく収束した後には、このようなオフセットベクトル $T_{x \text{ offset}[n]}$ が大幅に更新されるべき要因 (環境条件や経年変化等に起因する。) が発生しない限り、適応制御部 1 8 (1 8 A ~ 1 8 D) が無用に作動することに起因する電力の消費が確度高く回避される。

[第十一の実施形態]

図 1 3 は、本発明の第十一の実施形態を示す図である。

- 25 本実施形態は、下記の要素が備えられて構成される。

- ・ 既述の送信データが与えられる積分器 4 2
- ・ この積分器 4 2 の出力に入力が入力が接続され、かつ適応制御部 1 8 (1 8 A ~ 1 8 D) の制御端子と積分器 1 5 の制御端子とに第一および第二の出力が接続されたゼロ判定部 4 3

以下、図 1 3 を参照して本発明の第十一の実施形態の動作を説明する。

積分器 4 2 は、送信データを時系列の順に平滑化することによって、その送信データに重畳されている直流分の平均値を求める。

ゼロ判定部 4 3 は、その平均値が「0」となった時点を検出する度に、その時
5 点（フォワード系およびフィードバック系の伝搬所要時間の総和に亘って遅延した時点であってもよい。）を積分器 1 5 と適応制御部 1 8（1 8 A～1 8 D）とに通知する。

積分器 1 5 は、このような時点で既述の直交被監視信号 i 、 q （ I 、 Q ）を個別に平滑化する処理を新たに開始し、これらの直交被監視信号 i 、 q （ I 、 Q ）
10 に含まれるオフセット分を求める。

このようなオフセット分は、送信データに重畳されている直流分の平均値が「0」であることが検出された時点以降に直交被監視信号 i 、 q （ I 、 Q ）が個別に平滑化されることによって求められるために、送信データに先行して重畳されていた直流分は含まれない。

15 また、適応制御部 1 8（1 8 A～1 8 D）は、ゼロ判定部 4 3 によって上述した時点が通知される度に新たに稼働を開始し、さらに、積分器 1 5 によって求められ、かつ送信データに先行して重畳されていた直流分が含まれないオフセット分に
15 応じて減算器 1 7 が求めた偏差 $R_{offset}[n]$ を参照することによって、既述の適応制御を行う。

20 したがって、本実施形態によれば、「送信データに重畳されている直流分の平均値」の如何にかかわらず、積分器 1 5 と適応制御部 1 8（1 8 A～1 8 D）とが稼働する場合に比べて、フォワード系で生じたオフセットの補償が精度よく達成される。

[第十二の実施形態]

25 図 1 4 は、本発明の第十二の実施形態を示す図である。

本実施形態は、下記の通りに構成される。

- ・ 積分器 1 5、減算器 1 7 および適応制御部 1 8（1 8 A～1 8 D）が単一の DSP 4 5 によって実行されるファームウェアとして構成される。
- ・ 直交復調器 1 4 の出力に入力が接続され、かつ DSP 4 5 の制御端子に出力

が接続された周波数解析部 46 が備えられる。

以下、図 14 を参照して本発明の第十二の実施形態の動作を説明する。

周波数解析部 46 は、下記の処理を行う。

- ・ 直交復調器 14 によって求められた直交被監視信号 i 、 q (I 、 Q) を高速フーリエ変換 (FFT:Fast Fourier Transform)することによって、これらの直交被監視信号 i 、 q (I 、 Q) に含まれる直流分およびその直流分に周波数軸上で隣接する所望の帯域の成分を抽出する。
- ・ この成分のレベルが既定の上限値を上回っているか否かの判別を行い、その判別の結果を DSP 45 に与える。

10 DSP 45 は、この判別の結果が真である期間に限って作動する。

すなわち、既述の適応制御の下でオフセットベクトル $T_{offset}[n]$ が好適な値に収束した状態では、上述した直流分だけではなく、その直流分を含む所望の帯域に分布する成分のレベルに基づいてその状態が継続していることが識別される限り、無用な適応制御の試行が規制される。

15 したがって、本実施形態によれば、直交変調器 53 によって行われるべき多様な変調方式および信号点配置に対する柔軟な適応が可能となる。

なお、本実施形態では、直交被監視信号 i 、 q (I 、 Q) に含まれる所望の帯域の成分が高速フーリエ変換に基づいて抽出されている。

しかし、このような成分は、例えば、所望の低域フィルタまたは帯域フィルタ
20 を介して抽出されてもよい。

また、上述した各実施形態では、直交変調器 53 の前段において既述の 2 つのチャンネル I 、 Q に個別に対応した D/A 変換が並行して行われている。

しかし、本発明はこのような構成に限定されず、例えば、これらの 2 つのチャンネルを介して伝送されるべき送信データが共にアナログ信号として与えられる場
25 合には、D/A 変換器 52 が備えられなくてもよい。

さらに、上述した各実施形態では、既述の 2 つのチャンネル I 、 Q を介してそれぞれ伝送されるべき送信データが並行して個別に与えられている。

しかし、本発明は、このような構成に限定されず、例えば、送信データを示す変調信号が単一のアナログ信号またはディジタル信号として与えられる場合であ

っても、互いに直交した2つの搬送波信号とその変調信号との積和として被変調波信号が出力され、かつオフセットが生じ得る直交変調器が備えられる限り、如何なる装置にも同様に適用可能である。

また、上述した各実施形態では、直交変調器53の後段に配置された電力増幅器55がフォワード系に含まれ、かつA/D変換器13の前段に配置されたミキサ12がフィードバック系に含まれている。

しかし、本発明は、このような構成に限定されず、例えば、方向性結合器11、ミキサ12および発振器16が備えられず、かつ直交変調器53の出力端にA/D変換器13の入力が粗結合することによって構成されてもよい。

10 [第十三の実施形態]

図15は、本発明の第十三の実施形態を示す図である。

本実施形態の構成は、下記の点で図22に示す従来例の構成と異なる。

- ・ ミキサ61の出力は、A/D変換器62の入力に代わるスイッチ71の一方の接点に接続される。
- 15 ・ スイッチ71の他方の接点は接地され、そのスイッチ71の共通接点はA/D変換器62の入力に接続される。
- ・ 帰還制御部64に代えて帰還制御部72が備えられ、その帰還制御部72の特定の出力ポートがスイッチ71の制御端子に接続される。

図16は、本発明の第十三の実施形態の動作を説明する図である。

- 20 以下、図15および図16を参照して本発明の第十三の実施形態の動作を説明する。

本実施形態の特徴は、帰還制御部72がスイッチ71と連係して行う下記の処理の手順にある。

- 25 帰還制御部72は、始動時と、所定の周期（例えば、A/D変換器62の出力に得られるクロック信号の成分のレベルが変化し得る最短のインターバルより大幅に短い。）で与えられる契機とに、規定の期間に亘ってスイッチ71の共通接点を他方の接点に接続することによって、A/D変換器62の入力を終端し、そのA/D変換器62の入力に対する被監視中間周波信号の供給を阻止する。なお、このような契機については、既述の被変調波信号がアンテナ56を介して送信さ

れることがない期間に限って与えられると仮定する。

したがって、このような期間にA/D変換器62の出力に得られるデジタル信号には、既述の被監視中間周波信号の成分が含まれないが、既述の通りにそのA/D変換器62の内部から出力端に伝達されたクロック信号の成分が主として5 含まれる。

さらに、その期間には、直交復調器63は、このデジタル信号を直交復調することによって、上述したクロック信号の成分を示す信号（以下、「付帯直交被監視信号」という。） i_0 、 q_0 を生成する。

帰還制御部72は、その付帯直交被監視信号 i_0 、 q_0 を複素平面上で平滑す10 ることによって、これらの付帯直交被監視信号 i_0 、 q_0 に含まれるオフセット分（以下、「付帯オフセット分」という。）（図16(a)(1))を求める。

また、既述の被変調波信号がアンテナ56を介して送信される期間には、帰還制御部72は、スイッチ71の共通接点を一方の接点に接続する。

したがって、ミキサ61によって生成された被監視中間周波信号は、A/D変15 換器62に供給される。A/D変換器62は、従来例と同様に、その被監視中間周波信号をデジタル信号に変換し、直交復調器66は、このデジタル信号を直交復調することによって、直交被監視信号 i 、 q を生成する。

さらに、帰還制御部72は、直交被監視信号 i 、 q を複素平面上で平滑化することによって、これらの直交被監視信号 i 、 q に含まれるオフセット分（図1620 (b)(1))を求め、そのオフセット分と既述の付加オフセット分（図16(a)(1)、(b)(2))との差（図16(b)(3))をオフセット補償器51に負帰還する。

すなわち、このようにして負帰還される差には、A/D変換器62の内部から出力に伝達されたクロック成分は重畳されない。

したがって、本実施形態によれば、A/D変換器62の内部から出力に伝達さ25 れたクロック成分のレベルが大きく、あるいは広範に変化し得る場合であっても、図16(c)に示すように、オフセット補償器51の出力端からD/A変換器52を介して直交変調器53の出力端に至る区間のオフセットが安定に精度よく補償される。

[第十四の実施形態]

図 1 7 は、本発明の第十四の実施形態を示す図である。

本実施形態の構成は、下記の点で図 2 2 に示す従来例の構成と異なる。

- ・ 発振器 6 5 に代えて発振器 6 5 A が備えられる。
- ・ その発振器 6 5 A の制御端子に接続された出力ポートを有する帰還制御部 7 5 2 A が帰還制御部 6 4 に代えて備えられる。

図 1 8 は、本発明の第十四の実施形態の動作を説明する図である。

以下、図 1 7 および図 1 8 を参照して本発明の第十四の実施形態の動作を説明する。

本実施形態の特徴は、帰還制御部 7 2 A が発振器 6 5 A と連係して行う下記の
10 処理の手順にある。

帰還制御部 7 2 A は、始動時と、所定の周期（例えば、A/D 変換器 6 2 の出力に得られるクロック信号の成分のレベルが変化し得る最短のインターバルより短い。）で与えられる契機とには、規定の期間に亘って発振器 6 5 A の発振周波数をシフトさせることによって、ミキサ 6 1 に与えられる局発信号の周波数を
15 Δf 低く設定する。なお、このような Δf の値については、ここでは、方向性結合器 5 7 を介してミキサ 6 1 に与えられる被変調波信号の占有帯域の上端および下端の周波数 f_{\max} 、 f_{\min} と、その被変調波信号の生成に供された搬送波信号の周波数 f_c （適用される変調方式に応じて異なるが、例えば、 $(f_{\max} + f_{\min}) / 2$ となる。）とに対して、 $(f_{\max} - f_c)$ 以上、または $(f_{\min} - f_c)$
20 以下の値に予め設定される。

したがって、このような期間には、ミキサ 6 1 によって生成され、かつ A/D 変換器 6 2 に与えられる被監視中間周波信号の占有帯域は、例えば、図 1 8 (a) に網掛けが付されるように、上記の周波数 f_c より高い周波数（ $= f + \Delta f$ ）を中心として分布する。

25 すなわち、上記の期間に A/D 変換器 6 2 の出力に得られるデジタル信号には、被監視中間周波信号の成分が本来的に分布すべき帯域（図 1 8 (a)(1)）に分布しないために、その A/D 変換器 6 2 の内部から既述の通りに出力端に伝達されたクロック信号の成分は、「周波数が f に等しい成分（図 1 8 (a)(2)）」として含まれる。

さらに、直交復調器 66 は、このデジタル信号を直交復調することによって、既述の第十三の実施形態と同様に、上述したクロック信号の成分を示す付帯直交被監視信号 i_0 、 q_0 を生成する。

帰還制御部 64 は、その付帯直交被監視信号 i_0 、 q_0 を複素平面上で平滑することによって、これらの付帯直交被監視信号 i_0 、 q_0 に含まれる付帯オフセット分（図 18(a)(2)）を求める。

また、既述の被変調波信号がアンテナ 56 を介して送信される期間には、帰還制御部 72A は、ミキサ 61 に与えられる局発信号の周波数を本来の値に設定する。

10 ミキサ 61 によって生成された被監視中間周波信号は A/D 変換器 62 に供給され、A/D 変換器 62 は、従来例と同様に、その被監視中間周波信号をデジタル信号に変換する。直交復調器 66 は、このデジタル信号を直交復調することによって、直交被監視信号 i 、 q を生成する。

さらに、帰還制御部 72A は、直交被監視信号 i 、 q を複素平面上で平滑化することによって、これらの直交被監視信号 i 、 q に含まれるオフセット分（図 18(b)(1)）を求め、そのオフセット分と既述の付加オフセット分（図 18(a)(1)）との差（図 18(b)(2)）をオフセット補償器 51 に負帰還する。

すなわち、このようにして負帰還される差には、A/D 変換器 62 の内部から出力に伝達されたクロック成分は重畳されない。

20 したがって、本実施形態によれば、A/D 変換器 62 の内部から出力に伝達されたクロック成分のレベルが大きく、あるいは広範に変化し得る場合であっても、図 18(c) に示すように、オフセット補償器 51 の出力端から D/A 変換器 52 を介して直交変調器 53 の出力端に至る区間のオフセットが安定に精度よく補償される。

25 [第十五の実施形態]

図 19 は、本発明の第十五ないし第十七の実施形態を示す図である。

本実施形態の構成は、下記の点で図 17 に示す第十四の実施形態の構成と異なる。

- ・ 発振器 66 に代えて発振器 66A が備えられる。

・ 帰還制御部 7 2 A に代えて帰還制御部 7 2 B が備えられ、その帰還制御部 7 2 B は発振器 6 6 A の制御入力に接続された出力ポートを有する。

図 2 0 は、本発明の第十五の実施形態の動作を説明する図である。

以下、図 1 9 および図 2 0 を参照して本発明の第十五の実施形態の動作を説明 5 する。

本実施形態の特徴は、帰還制御部 7 2 B が発振器 6 5 A、6 6 A と連係して行う下記の処理の手順にある。

帰還制御部 7 2 B は、発振器 6 5 A の発振周波数と発振器 6 6 A の発振周波数とを反対方向にシフトさせることによって、ミキサ 6 1 に与えられる局発信号の 10 周波数を Δf 低く設定し、かつ直交復調器 6 3 に与えられる 2 つの搬送波信号の周波数を Δf 高く設定する。なお、このような Δf の値については、既述の第十四の実施形態と同様であるので、ここでは、説明を省略する。

したがって、ミキサ 6 1 によって生成され、かつ A/D 変換器 6 2 に与えられる被監視中間周波信号の占有帯域は、例えば、図 2 0 (a) に網掛けが付されるよ 15 うに、上記の周波数 f より Δf に亘って高い周波数 ($= f + \Delta f$) を中心として分布する。

一方、A/D 変換器 6 2 の出力に得られるデジタル信号には、被監視中間周波信号の成分が本来的に分布すべき帯域 (図 2 0 (a)(1)) に分布しないために、その A/D 変換器 6 2 の内部から既述の通りに出力端に伝達されたクロック信号 20 の成分が「周波数が f に等しい成分 (図 2 0 (a)(2))」として含まれる。

さらに、直交復調器 6 3 は、発振器 6 6 A によって生成され、かつ周波数が Δf 高く設定された 2 つの搬送波信号に基づいて上述したデジタル信号を直交復調する。

このような直交復調の過程では、被監視中間周波信号の成分と、上述したクロ 25 ック信号の成分とが共に周波数軸上で Δf に亘って低い帯域にシフトする。

したがって、直交復調器 6 3 によって生成される直交被監視信号 i 、 q の主要な成分は、ベースバンド領域における本来的な帯域に分布する (図 2 0 (b)(1)) が、上記のクロック信号の成分は、この帯域の外に分布する (図 2 0 (b)(2))。

帰還制御部 6 4 は、これらの直交被監視信号 i 、 q を複素平面上で平滑化する

ことによって、これらの直交被監視信号 i 、 q に含まれるオフセット分を求め、そのオフセット分をオフセット補償器 5 1 に負帰還することによって、そのオフセット補償器 5 1 の出力端から D/A 変換器 5 2 を介して直交変調器 5 3 の出力端に至る区間について、上記の I チャネルおよび Q チャネルの間の不平衡に起因するオフセットを補償する。

すなわち、このようにして負帰還される差には、A/D 変換器 6 2 の内部から出力に伝達されたクロック成分は重畳されない。

したがって、本実施形態によれば、A/D 変換器 6 2 の内部から出力に伝達されたクロック成分のレベルが大きく、あるいは広範に変化し得る場合であっても、
10 図 20 (c) に示すように、オフセット補償器 5 1 の出力端から D/A 変換器 5 2 を介して直交変調器 5 3 の出力端に至る区間のオフセットが安定に精度よく補償される。

[第十六の実施形態]

以下、図 19 を参照して本発明の第十六の実施形態の動作を説明する。

15 本実施形態の特徴は、帰還制御部 7 2 B によって行われる下記の処理の手順にある。

帰還制御部 7 2 B は、既述の期間に限って、第十五の実施形態と同様の処理を行い、かつその処理の過程で求められた「直交被監視信号 i 、 q に含まれるオフセット分」を保持する。

20 また、帰還制御部 7 2 B は、上記の期間が経過した後は、発振器 6 5 A の発振周波数と発振器 6 6 A の発振周波数との変更を解除することによって、ミキサ 6 1 に与えられる局発信号の周波数と、直交復調器 6 3 に与えられる 2 つの搬送波信号の周波数との双方を本来的な値に設定する。

さらに、期間制御部 7 2 B は、ミキサ 6 1、A/D 変換器 6 2 および直交復調器 6 3 の連係の下で与えられる直交被監視信号 i 、 q を複素平面で平滑することによってオフセット分を求め直すことなく、上記の保持されたオフセット分をオフセット補償器 5 1 に引き続いて負帰還することによって、そのオフセット補償器 5 1 の出力端から D/A 変換器 5 2 を介して直交変調器 5 3 の出力端に至る区間について、上記の I チャネルおよび Q チャネルの間の不平衡に起因するオフセ

ットを補償する。

すなわち、このようにして負帰還される差には、A/D変換器62の内部から出力に伝達されたクロック成分は含まれない。

したがって、本実施形態によれば、既述の第十三ないし第十五の実施形態と同様に、A/D変換器62の内部から出力に伝達されたクロック成分のレベルが大きく、あるいは広範に変化し得る場合であっても、オフセット補償器51の出力端からD/A変換器52を介して直交変調器53の出力端に至る区間のオフセットが安定に精度よく補償される。

さらに、本実施形態によれば、上記の保持されたオフセット分が求められる期間にも、オフセット補償が確度高く行われ、そのオフセット分が求められた後には、ミキサ61に与えられる局発信号の周波数と、直交復調器63に与えられる2つの搬送波信号の周波数との双方が本来的な値に設定されるために、これらの周波数を前提として行われる歪み補償が広帯域に亘って精度よく達成される。

[第十七の実施形態]

15 以下、図19を参照して本発明の第十七の実施形態の動作を説明する。

本実施形態の特徴は、帰還制御部72Bによって行われる下記の処理の手順にある。

帰還制御部72Bは、既述の期間に限って、第十五の実施形態と同様の処理を行い、かつその処理の過程で求められた「直交被監視信号i、qに含まれるオフ
20 セット分」を保持する。

また、帰還制御部72Bは、このような期間が経過した後には、下記の処理を行う。

- ・ 発振器65Aの発振周波数と発振器66Aの発振周波数との変更を解除することによって、ミキサ61に与えられる局発信号の周波数と、直交復調器63に
25 与えられる2つの搬送波信号の周波数との双方を本来的な値に設定する。

- ・ 上記の保持されたオフセット分をオフセット補償器51に負帰還することによって、そのオフセット補償器51の出力端からD/A変換器52を介して直交変調器53の出力端に至る区間について、上記のIチャネルおよびQチャネルの間の不平衡に起因するオフセットの補償を続行する。

・ このような補償に並行して、ミキサ 6 1、A/D 変換器 6 2 および直交復調器 6 3 の連係の下で与えられる直交被監視信号 i 、 q を複素平面で平滑することによって既述の付帯オフセット分を逐次求め、その付帯オフセット分を保持する。

さらに、帰還制御部 7 2 B は、このようにして付帯オフセット分を保持した後 5 には、既述の Δf を再び「0」に戻すことなく、下記の処理を反復して行う。

・ 直交復調器 6 6 によって生成された直交被監視信号 i 、 q を複素平面上で平滑化することによって、これらの直交被監視信号 i 、 q に含まれるオフセット分を求める。

・ このオフセット分と、既述の通りに保持された付帯オフセット分との差を求め、その差をオフセット補償器 5 1 に負帰還する。

このようにして負帰還される差には、A/D 変換器 6 2 の内部から出力に伝達されたクロック成分は含まれないが、オフセット補償器 5 1 の出力端から D/A 変換器 5 2 を介して直交変調器 5 3 の出力端に至る区間のオフセットの温度や経年に応じた変動分が柔軟に反映される。

15 したがって、本実施形態によれば、上述した付帯オフセット分が一定であると見なされる限り、温度その他の環境の広範な変化と経年とに対する柔軟な適応が図られ、かつ既述の第十三ないし第十六の実施形態と同様に、上述したオフセットが精度よく安定に維持される。

なお、上述した第十三ないし第十七の実施形態では、オフセット補償器 5 1 に 20 負帰還されるオフセット分は、「オフセット補償器 5 1 の出力端から D/A 変換器 5 2 を介して直交変調器 5 3 の出力端に至る区間の不平衡の程度」を示す直流分として求められている。

しかし、本発明はこのような構成に限定されず、例えば、既述の第一ないし第十二の実施形態が併せて適用されることによって、精度や応答性が相乗的に高め 25 られてもよい。

また、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲において多様な形態による実施形態が可能であり、かつ構成装置の一部もしくは全てに如何なる改良が施されてもよい。

産業上の利用の可能性

上述したように本発明にかかわる第一、第二、第五および第六のオフセット補正装置では、既述のベクトル和を出力する回路の特性に偏差が伴い、あるいは環境条件、経年その他に応じてこれらの特性が広範に変化し得る場合であっても、

5 この回路によって出力されるベクトル和に含まれるオフセットが精度よく安定に抑圧される。

また、本発明にかかわる第三および第四のオフセット補正装置では、適応アルゴリズムに基づいてオフセットベクトルの収束が進んだ状態であっても、既述の内積の絶対値が過度に小さな値になることに起因する無用な収束の遅れが回避さ
10 れると共に、オフセットの補償が安定に、かつ精度よく行われる。

さらに、本発明にかかわる第七のオフセット補正装置では、本発明の適用が可能な装置やシステムの構成にかかわる自由度が高められる。

また、本発明にかかわる第八のオフセット補正装置では、適応制御の手順が簡略化され、処理量や電力の節減に併せて、応答性の向上が可能となる。

15 さらに、本発明にかかわる第九ないし第十一のオフセット補正装置では、本発明が適用された装置やシステムは、始動や稼働の再開に際して速やかに定常状態に移行することができる。

また、本発明にかかわる第十二のオフセット補正装置では、適応制御が定常的に行われる場合に比べて、消費電力の節減が図られ、かつ熱設計、実装および低
20 廉・小型化にかかわる制約が緩和される。

さらに、本発明にかかわる第十三のオフセット補正装置では、本発明が適用された装置やシステムによる電力の消費が確度高く、かつ安定に節減される。

また、本発明にかかわる第十四のオフセット補正装置では、オフセットベクトルが好適なベクトルに精度よく収束した後には、そのオフセットベクトルが大幅
25 に更新されるべき要因が発生しない限り、適応制御が無用に行われることに起因する電力の消費が確度高く回避される。

さらに、本発明にかかわる第十五のオフセット補正装置では、多様な回路にかかわるオフセットの補償が可能となる。

また、本発明にかかわる第十六のオフセット補正装置では、多様な入力信号や、

既述の回路の構成に対する柔軟な適応が可能となる。

さらに、本発明にかかわる第十七のオフセット補正装置では、既述の回路によって行われるべき多様な処理の形態に対する柔軟な適応が可能となる。

また、本発明にかかわる第十八ないし二十のオフセット補償装置では、直交変調器の不平衡が安定に精度よく抑制される。

さらに、本発明にかかわる第二十一のオフセット補償装置では、直交変調器の不平衡が安定に精度よく抑制され、かつ歪み補償が広帯域に亘って精度よく達成される。

また、本発明にかかわる第二十二のオフセット補償装置では、温度その他の環境の広範な変化と経年とに対する柔軟な適応が図られ、かつ直交変調器の不平衡が精度よく安定に抑制される。

さらに、本発明にかかわる第二十三のオフセット補償装置では、被変調波の占有帯域が広範に変化し得る場合であっても、直交変調器の不平衡が安定に精度よく抑制される。

したがって、これらの発明が適用された装置やシステムでは、ハードウェアの多様な構成および特性に対する柔軟な適応に併せて、性能および信頼性の向上および安定な維持が図られる。

請求の範囲

(1) 互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する偏差監視手段と、

時系列の順に前記偏差の増分を示す増分ベクトルと先行して求められた補償ベクトルとの内積と、その偏差を示す最新の偏差ベクトルとの積の期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいてこの補償ベクトルを更新し、前記ベクトル和を出力する回路に前記入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える適応制御手段と

を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

(2) 互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する偏差監視手段と、

前記入力信号と前記ベクトル信号との内積と、時系列の順における前記偏差の増分を示す増分ベクトルとの積の期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいて補償ベクトルを求め、前記ベクトル和を出力する回路に前記入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える適応制御手段と

を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

(3) 互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する偏差監視手段と、

時系列の順に前記偏差の増分を示す増分ベクトルと先行して求められた補償ベクトルとの内積のベクトル空間上における和と、その偏差を示す最新の偏差ベクトルとの積の期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいてこの補償ベクトル

を更新し、前記ベクトル和を出力する回路に前記入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える適応制御手段と
を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

(4) 互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理
5 の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する偏差監視手段と、

前記入力信号と前記ベクトル信号との内積のベクトル空間上における和と、時系列の順における前記偏差の増分を示す増分ベクトルとの積の期待値を最小化する
10 の適応アルゴリズムに基づいて補償ベクトルを求め、前記ベクトル和を出力する回路に前記入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える適応制御手段と

を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

(5) 互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理
15 の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する偏差監視手段と、

時系列の順に前記偏差の増分を示す増分ベクトルと先行して求められた補償ベクトルとの内積を前記ベクトル信号から減じ、その偏差を示す最新の偏差ベクトルの期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいてこの補償ベクトルを更新すると共に、前記ベクトル和を出力する回路に前記入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える適応制御手段と

を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

(6) 互いに直交する2つの交流信号に入力信号に応じて個別に施された処理
25 の結果のベクトル和をA/D変換し、さらに、直交復調することによってベクトル信号を生成し、そのベクトル信号に重畳されている直流分の偏差を監視する偏差監視手段と、

前記入力信号と前記ベクトル信号との内積を前記ベクトル信号から減じ、かつ前記偏差を示す最新の偏差ベクトルの期待値を最小化する適応アルゴリズムに基

づいてこの補償ベクトルを更新すると共に、前記ベクトル和を出力する回路に前記入力信号に重畳されて入力されるべきオフセットベクトルにその補償ベクトルを加える適応制御手段と

を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

- 5 (7) 請求の範囲 1 ないし請求の範囲 6 の何れか 1 項に記載のオフセット補償装置において、

前記偏差監視手段は、

前記ベクトル和に施された処理の結果を A/D 変換し、その処理の逆の処理をデジタル領域で施した後に直交復調することによって前記ベクトル信号を生成

10 する

ことを特徴とするオフセット補償装置。

- (8) 請求の範囲 1 ないし請求の範囲 6 の何れか 1 項に記載のオフセット補償装置において、

前記適応制御手段は、

- 15 前記内積として、その内積が求められるべき 2 つのベクトルが個別に位置するベクトル空間上の象限においてそのベクトル空間の全ての軸に対して共通の角度をなし、かつ絶対値が共通である 2 つのベクトルの内積を求める

ことを特徴とするオフセット補償装置。

- (9) 請求の範囲 1 ないし請求の範囲 6 の何れか 1 項に記載のオフセット補償
20 装置において、

前記適応制御手段は、

前記偏差が大きいほど、前記適応制御に適用されるべきステップサイズ μ を大きく設定する

ことを特徴とするオフセット補償装置。

- 25 (10) 請求の範囲 1 ないし請求の範囲 5 の何れか 1 項に記載のオフセット補償装置において、

前記適応制御手段は、

前記増分ベクトルの絶対値が大きいほど、前記適応制御に適用されるべきステップサイズ μ を大きく設定する

ことを特徴とするオフセット補償装置。

(11) 請求の範囲1ないし請求の範囲6の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

前記偏差監視手段は、

- 5 先行して求められた偏差が大きいほど、短い区間に亘って前記直流分を平滑化し、その結果についてこの偏差を得る

ことを特徴とするオフセット補償装置。

(12) 請求の範囲1ないし請求の範囲5の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

- 10 前記偏差監視手段は、

前記増分ベクトルの絶対値が大きいほど、短い区間に亘って前記直流分を平滑化し、その結果についてこの偏差を得る

ことを特徴とするオフセット補償装置。

- 15 (13) 請求の範囲1ないし請求の範囲6の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

前記偏差監視手段は、

先行して求められた偏差が大きいほど、時系列に対する変化率が大きな重みに基づいて前記直流分を平滑化し、その結果についてこの偏差を得る

ことを特徴とするオフセット補償装置。

- 20 (14) 請求の範囲1ないし請求の範囲5の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

前記偏差監視手段は、

前記増分ベクトルの絶対値が小さいほど、時系列に対する変化率が大きな重みに基づいて前記直流分を平滑化し、その結果についてこの偏差を得る

- 25 ことを特徴とするオフセット補償装置。

(15) 請求の範囲1ないし請求の範囲6の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

前記適応制御手段は、

前記補償ベクトルが更新されるべき頻度で、間欠的に作動する

ことを特徴とするオフセット補償装置。

(16) 請求の範囲1ないし請求の範囲6の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

前記適応制御手段は、

- 5 先行して求められた偏差が既定の下限值を下回ったときに停止することを特徴とするオフセット補償装置。

(17) 請求の範囲1ないし請求の範囲5の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

前記適応制御手段は、

- 10 前記増分ベクトルの絶対値が既定の下限值を下回ったときに停止することを特徴とするオフセット補償装置。

(18) 請求の範囲1ないし請求の範囲6の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

先行して求められた偏差の分散を監視する分散監視手段を備え、

- 15 前記適応制御手段は、
前記分散が既定の閾値を下回ったときに停止することを特徴とするオフセット補償装置。

(19) 請求の範囲1ないし請求の範囲5の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

- 20 前記増分ベクトルの絶対値の分散を監視する分散監視手段を備え、
前記適応制御手段は、
前記分散が既定の閾値を下回ったときに停止することを特徴とするオフセット補償装置。

(20) 請求の範囲1ないし請求の範囲6の何れか1項に記載のオフセット補償装置において、

前記偏差監視手段は、

前記直流分の偏差を前記入力信号に重畳されている直流分を基準として監視する

ことを特徴とするオフセット補償装置。

(21) 請求の範囲 1 ないし請求の範囲 6 の何れか 1 項に記載のオフセット補償装置において、

前記入力信号に重畳されている直流分の平均値が「0」となった時点を検出する準オフセット監視手段を備え、

5 前記偏差監視手段および前記適応制御手段は、

前記準オフセット監視手段によって前記時点が検出される度に始動することを特徴とするオフセット補償装置。

(22) 請求の範囲 1 ないし請求の範囲 6 の何れか 1 項に記載のオフセット補償装置において、

10 前記偏差監視手段は、

前記回路で生じたオフセットが分布し得る低域における前記ベクトル信号の成分のレベルが既定の下限値を下回る期間を特定し、

前記適応制御手段は、

前記偏差監視手段によって特定された期間に停止する

15 ことを特徴とするオフセット補償装置。

(23) 互いに直交する 2 つのチャンネルに個別に対応した 2 つの D/A 変換器と、これらの D/A 変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を A/D 変換し、かつ直交復調することによって 2 つのモニタ信号を生成する復調手段と、

20 前記復調手段に対する前記被変調波の供給を断続する断続制御手段と、

前記被変調波の供給が行われる期間に前記 2 つのモニタ信号に個別に含まれる複合直流分を抽出し、前記被変調波の供給が行われない期間に前記 2 つのモニタ信号に個別に含まれる余剰直流分を抽出し、これらの複合直流分と余剰直流分との前記 2 つのチャンネル毎の差を前記 2 つの D/A 変換器にそれぞれ負帰還するこ

25 とによって、前記直交変調器の不平衡を抑制する制御手段と

を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

(24) 互いに直交する 2 つのチャンネルに個別に対応した 2 つの D/A 変換器と、これらの D/A 変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を周波数変換し、かつ A/D 変換して直交復調することによって 2 つの

モニタ信号を生成する復調手段と、

前記周波数変換に供される局発信号の周波数を規定の値 F と、その規定の値 F と異なる値 ($= F \pm \Delta f$) とに設定する局発制御手段と、

前記局発信号の周波数が前記規定の値 F と異なる期間に前記 2 つのモニタ信号
5 に個別に含まれる余剰直流分を求め、かつ前記局発信号の周波数が前記規定の値 F である期間に、前記 2 つのモニタ信号に個別に含まれる複合直流分を求め、かつこれらの複合直流分と余剰直流分との前記 2 つのチャンネル毎の差を前記 2 つの D/A 変換器にそれぞれ負帰還することによって、前記直交変調器の不平衡を抑制する制御手段と

10 を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

(25) 互いに直交する 2 つのチャンネルに個別に対応した 2 つの D/A 変換器と、これらの D/A 変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を規定の値 F と異なる周波数 ($= F \pm \Delta f$) の局発信号に基づいて周波数変換し、かつ A/D 変換すると共に、規定の値 f と異なる周波数 ($= f \pm \Delta$
15 f) の搬送波に基づいて直交復調することによって 2 つのモニタ信号を生成する復調手段と、

前記 2 つのモニタ信号に個別に含まれる直流分を前記 2 つの D/A 変換器にそれぞれ負帰還することによって、前記直交変調器の不平衡を抑制する制御手段とを備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

20 (26) 互いに直交する 2 つのチャンネルに個別に対応した 2 つの D/A 変換器と、これらの D/A 変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を周波数変換し、かつ A/D 変換して直交復調することによって 2 つのモニタ信号を生成する復調手段と、

前記周波数変換に供される局発信号の周波数を規定の値 F と、その規定の値 F
25 と異なる値 ($= F \pm \Delta f$) とに設定する局発制御手段とを備え、

前記局発信号の周波数が前記規定の値 F と異なる期間に、前記直交復調に供される搬送波の周波数を規定の値 f と異なる周波数 ($= f \pm \Delta f$) に設定すると共に、前記 2 つのモニタ信号に個別に含まれる直流分を前記 2 つの D/A 変換器に負帰還し、かつ前記局発信号の周波数が前記規定の値 F である期間に、前記搬送

波の周波数を前記規定の値 f に設定すると共に、前記直流分を前記 2 つの D/A 変換器に負帰還することによって、前記直交変調器の不平衡を抑制する制御手段と

を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

- 5 (27) 互いに直交する 2 つのチャンネルに個別に対応した 2 つの D/A 変換器と、これらの D/A 変換器の後段に配置された直交変調器とを介して生成された被変調波を周波数変換し、かつ A/D 変換して直交復調することによって 2 つのモニタ信号を生成する復調手段と、

前記周波数変換に供される局発信号の周波数を規定の値 F と異なる値 ($= F \pm 10 \Delta f$) と、その規定の値 F とに順次設定する局発制御手段と、

前記局発信号の周波数が前記規定の値 F と異なる期間に、前記直交復調に供される搬送波の周波数を規定の値 f と異なる周波数 ($= f \pm \Delta f$) に設定すると共に、前記 2 つのモニタ信号に個別に含まれる直流分を前記 2 つの D/A 変換器に負帰還し、かつ前記局発信号の周波数が前記規定の値 F となったときに、前記直
15 流分を前記 2 つの D/A 変換器に負帰還しつつ前記 2 つのモニタ信号に個別に含まれる複合直流分と前記直流分との差として余剰直流分を求めると共に、前記 2 つの D/A 変換器に、後続する 2 つのモニタ信号に個別に含まれる複合直流分と前記余剰直流分との前記 2 つのチャンネル毎の差を負帰還することによって、前記直交変調器の不平衡を抑制する制御手段と

- 20 を備えたことを特徴とするオフセット補償装置。

(28) 請求の範囲 24 ないし請求の範囲 27 の何れか 1 項に記載のオフセット補償装置において、

前記被変調波の占有帯域の最大および最小の周波数 f_{\max} 、 f_{\min} と、前記不平衡に起因して前記被変調波に含まれる搬送波信号の周波数 f_c とに対して、

- 25 ($f_{\max} - f_c$) 以上、または ($f_{\min} - f_c$) 以下に前記 Δf を維持する周波数制御手段を備えた

ことを特徴とするオフセット補償装置。

図 1

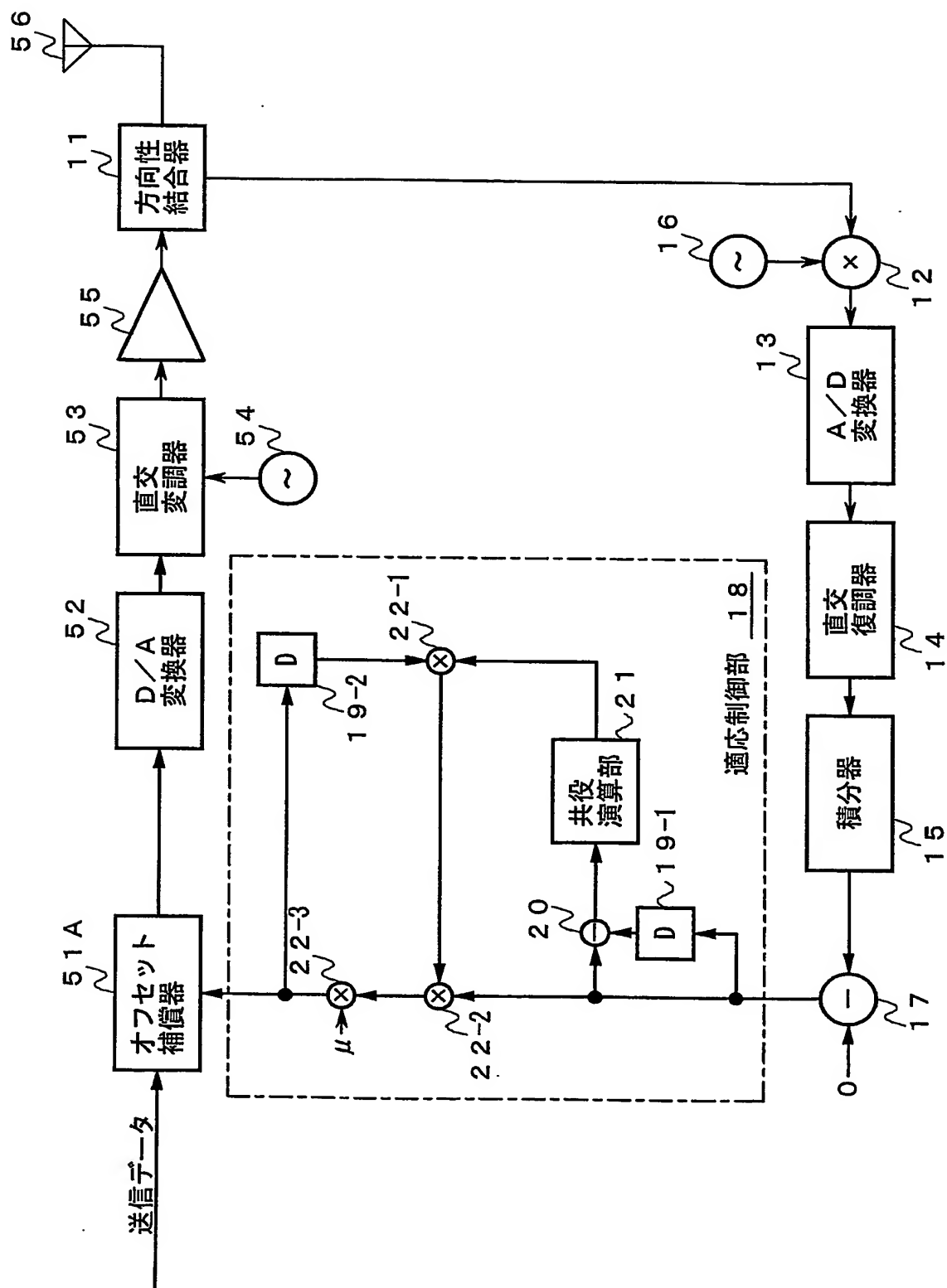


図 2

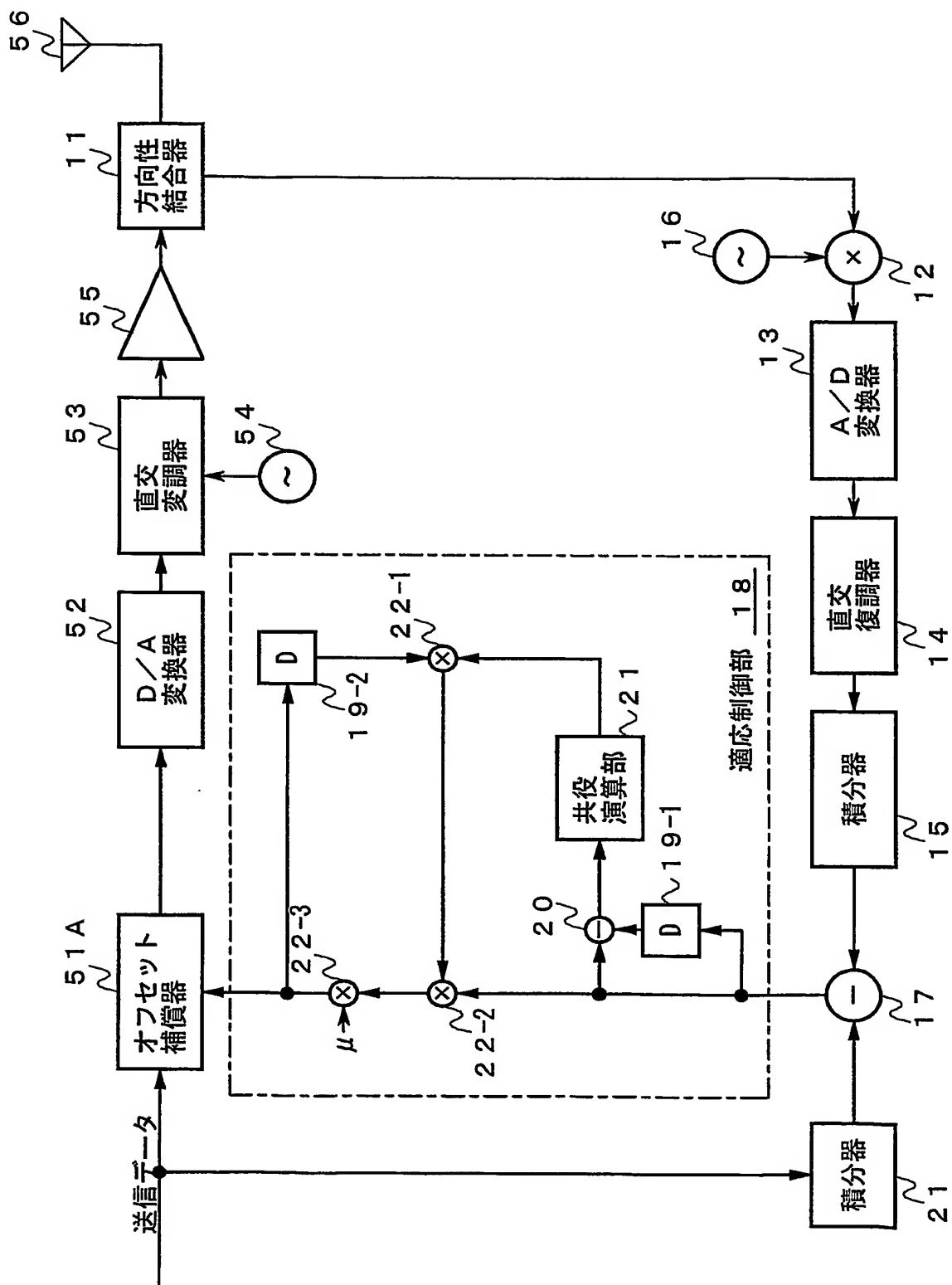


図 3

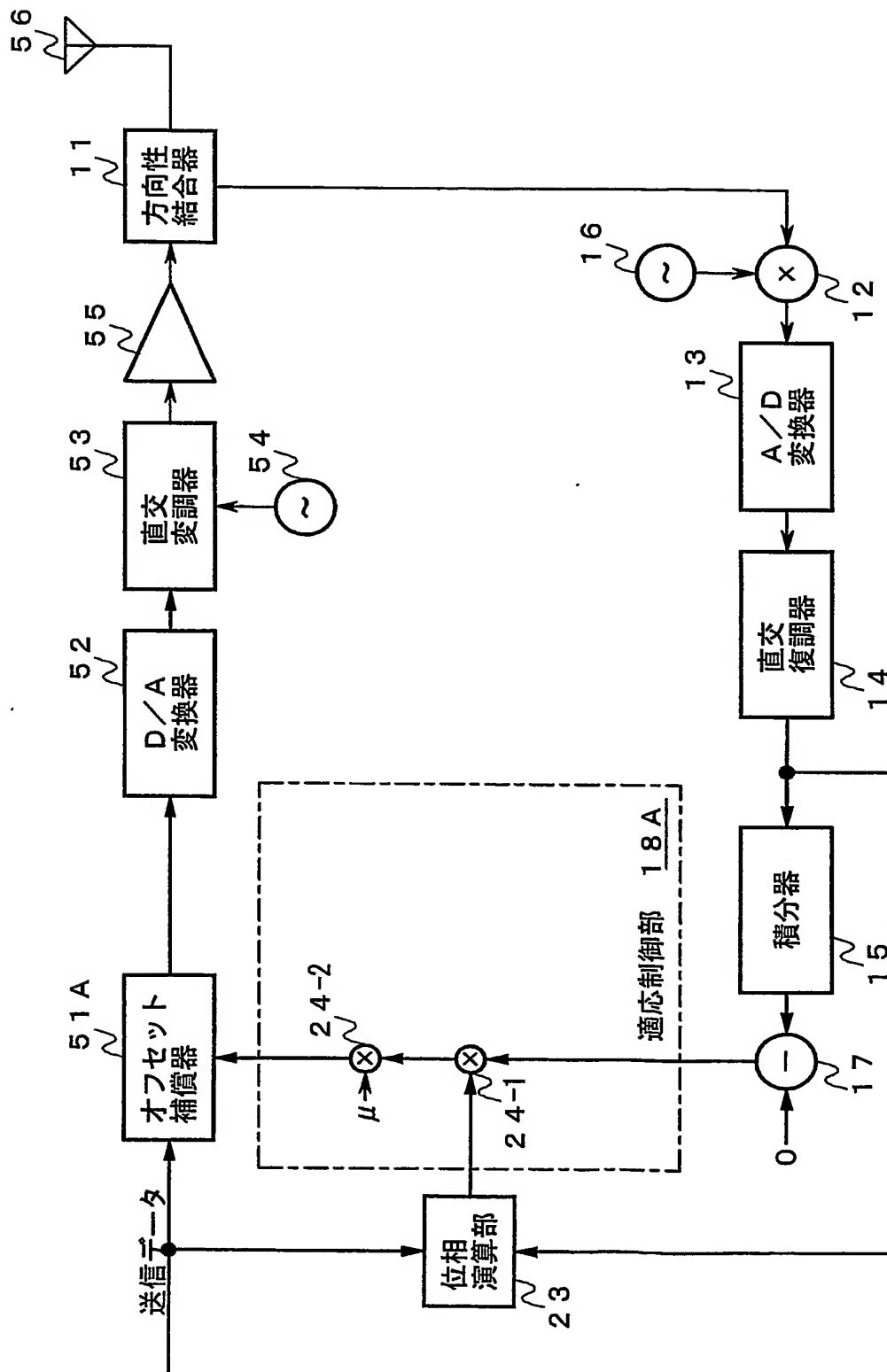


図 4

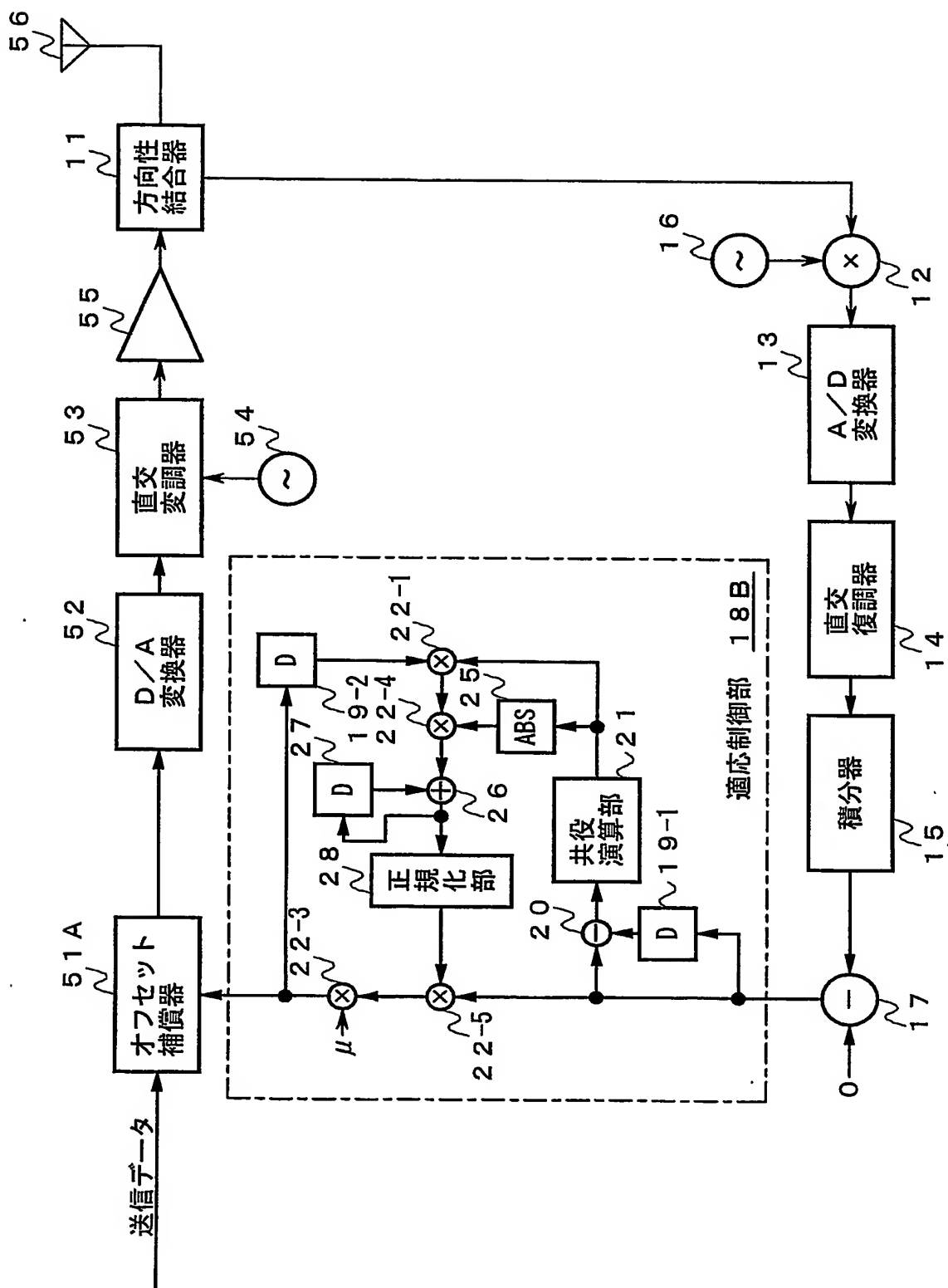


図 5

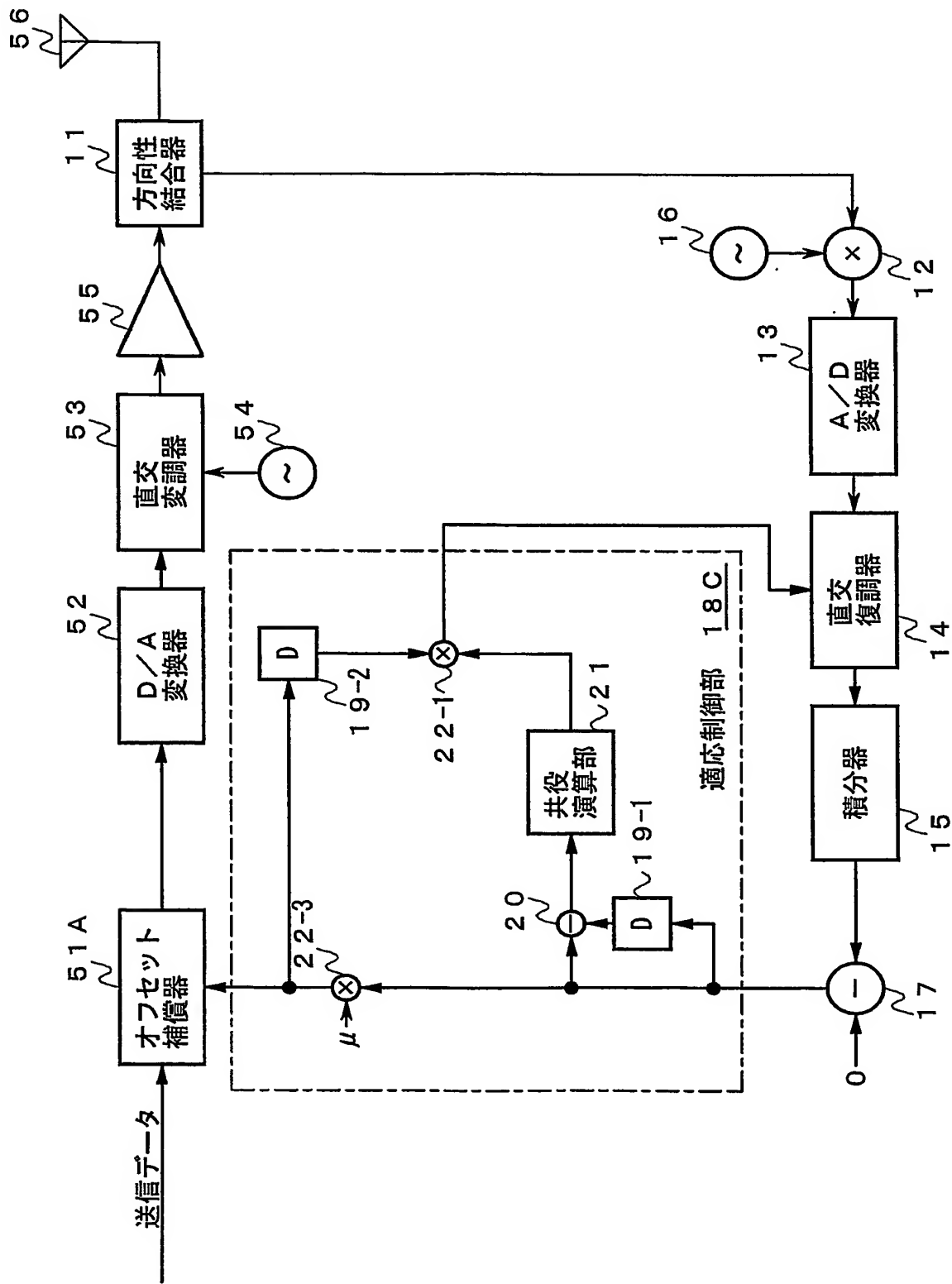


図 6

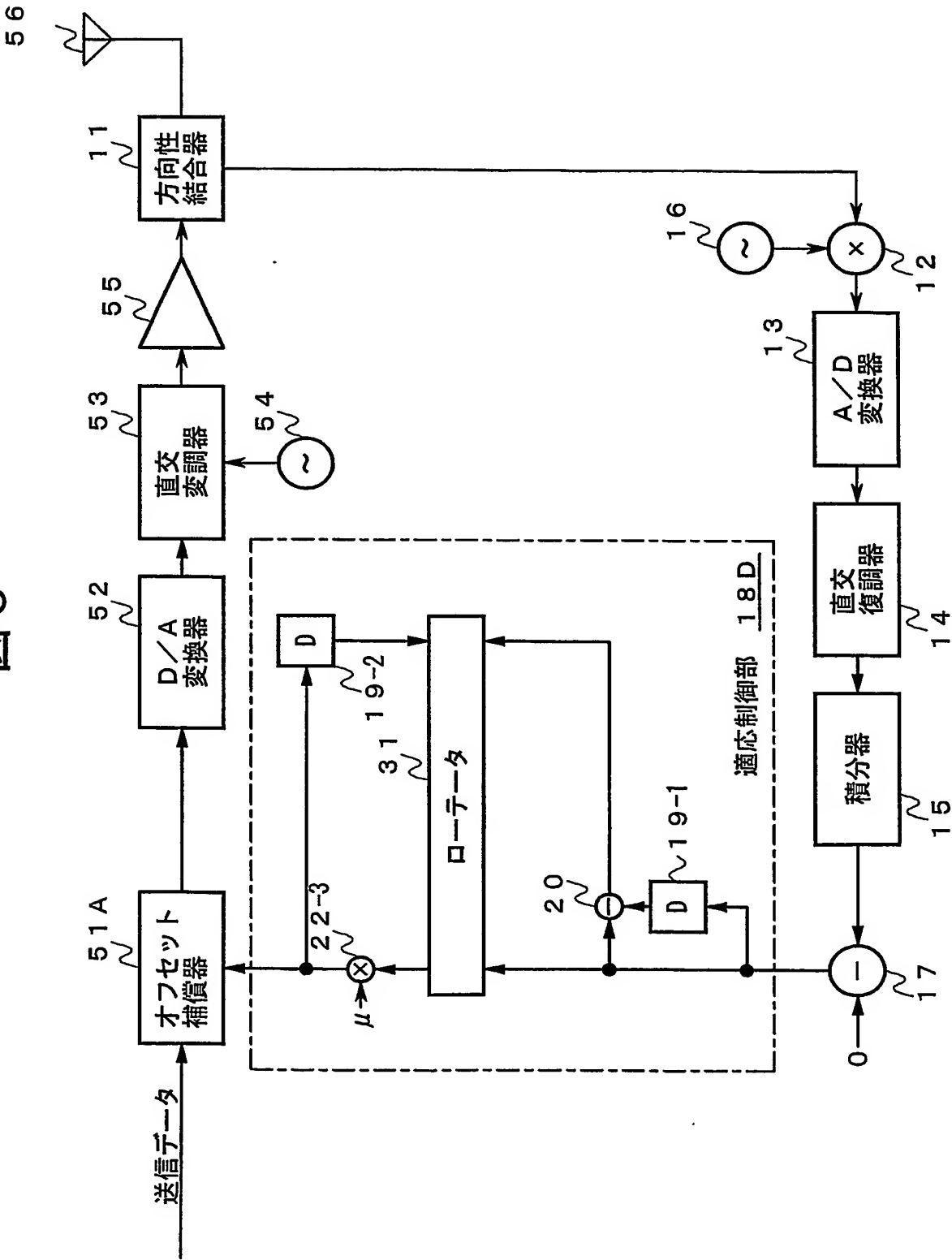


図 7

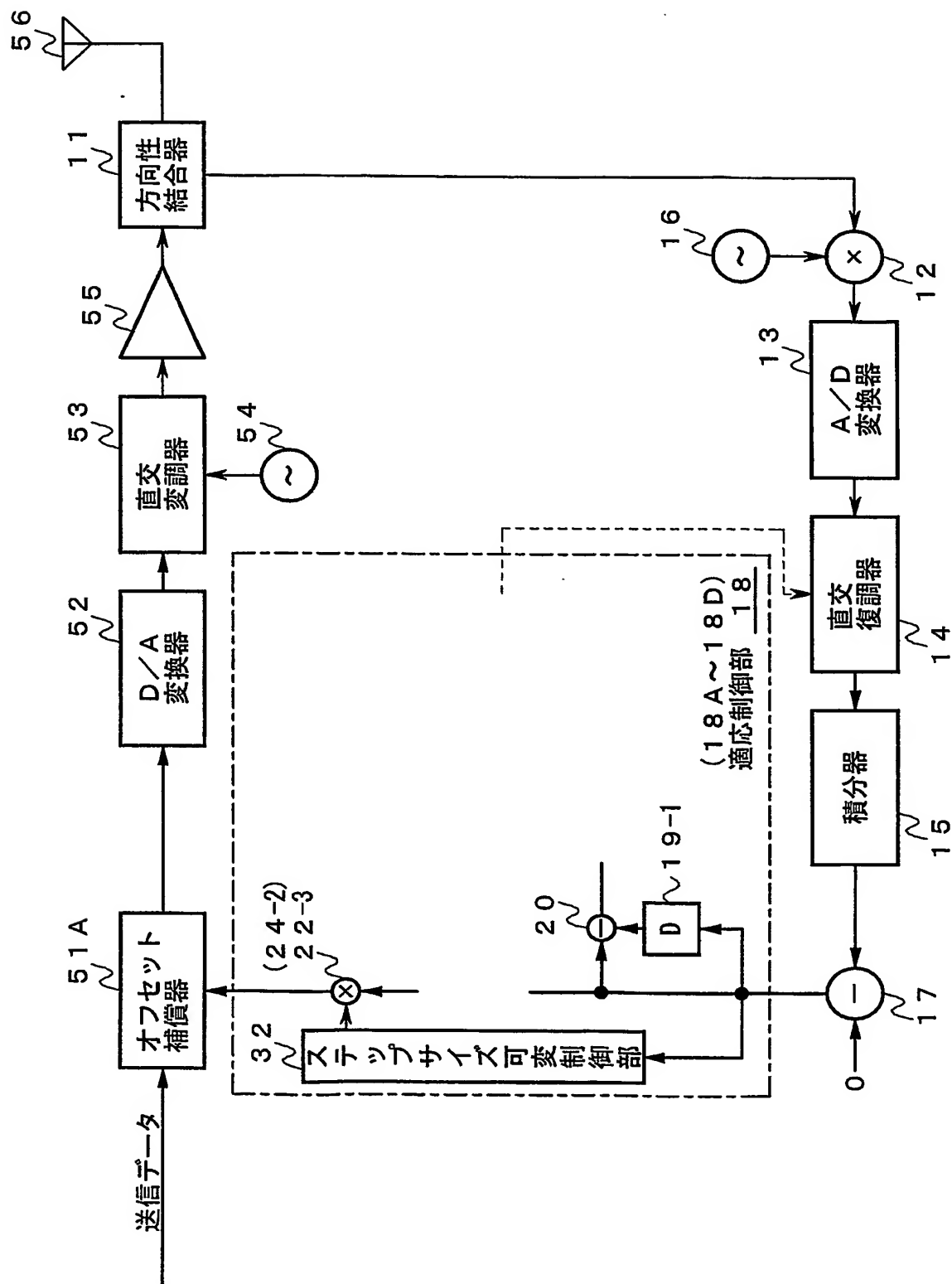


図 8

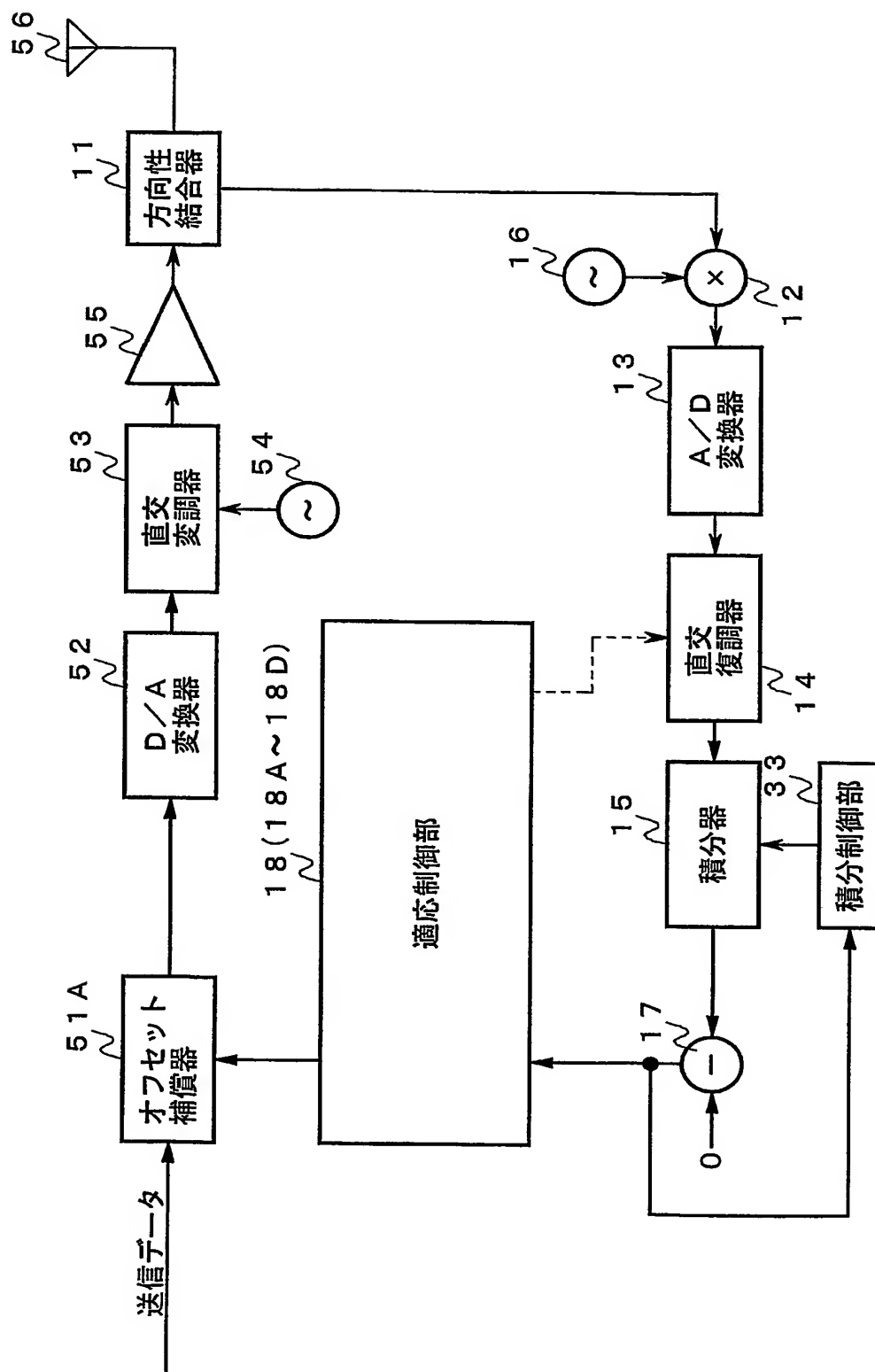


図 9

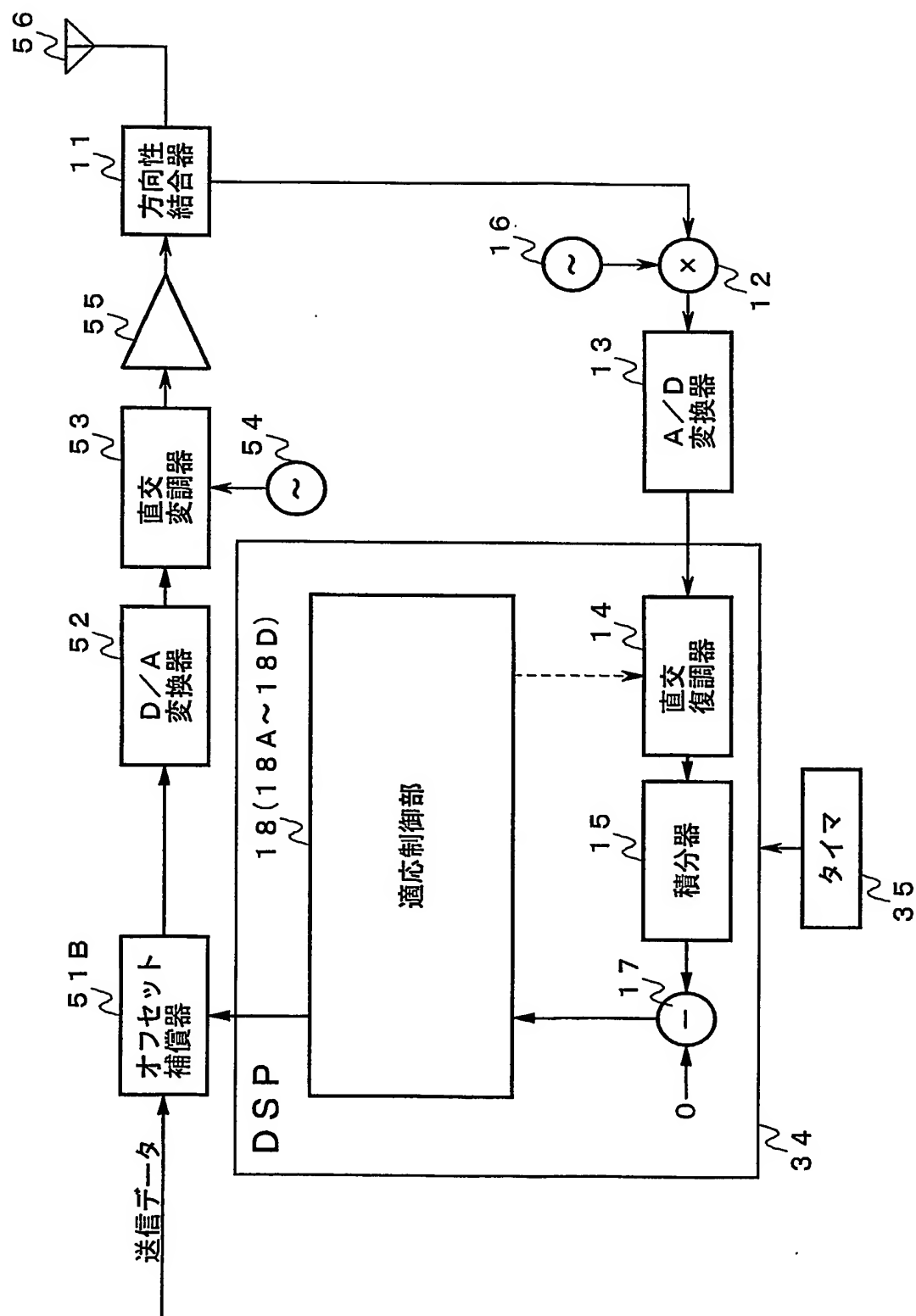


図10

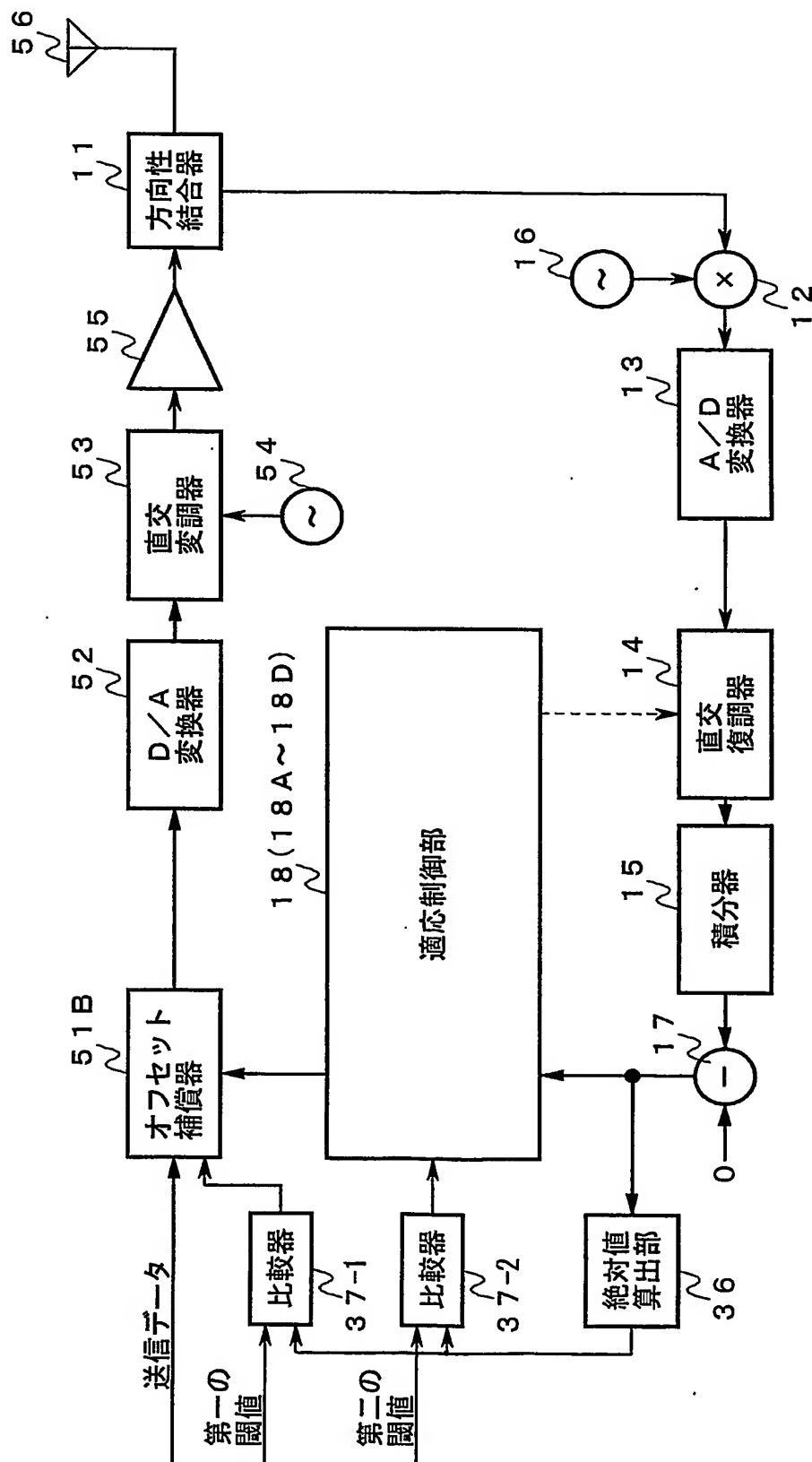
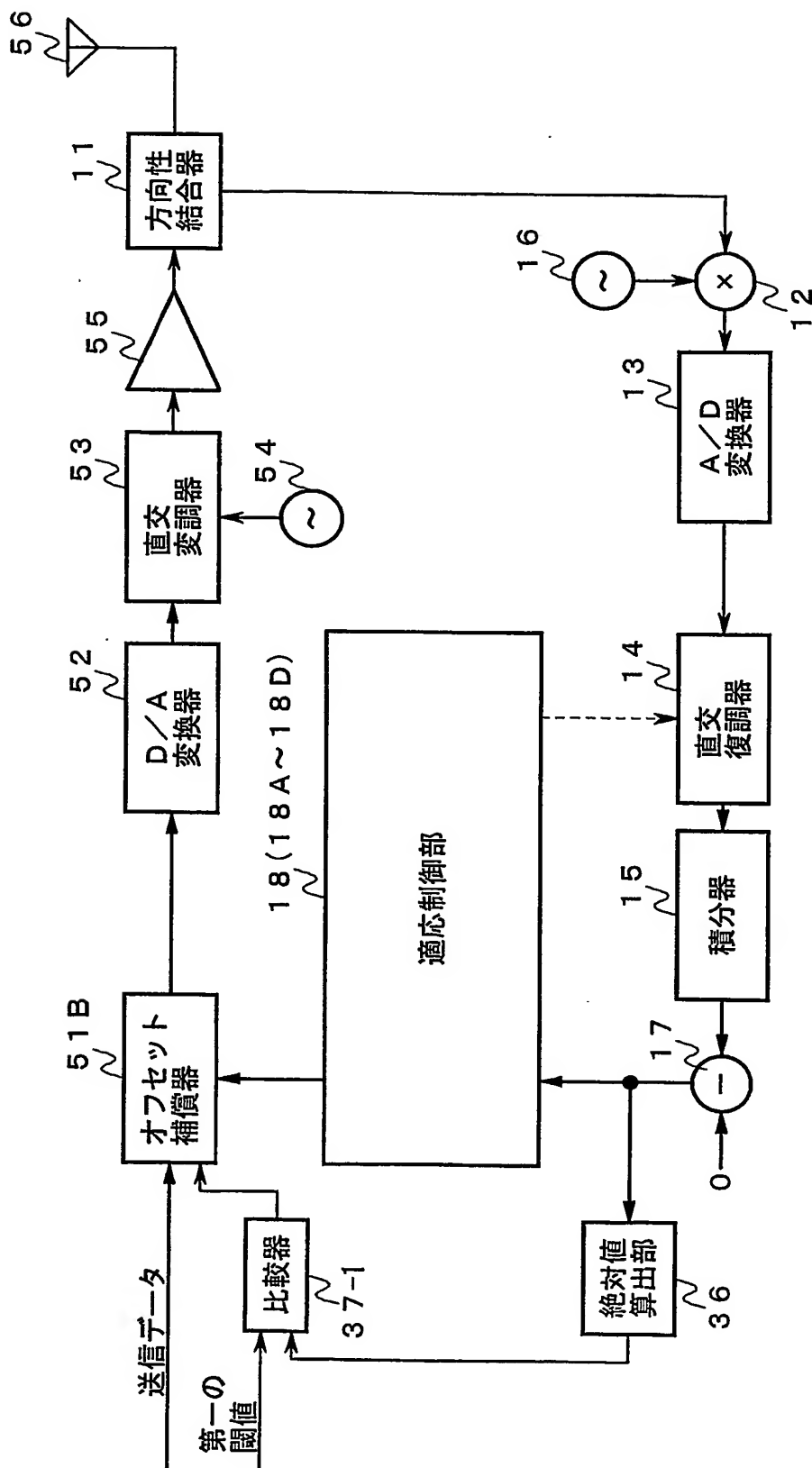


図 11



12 / 22

図12

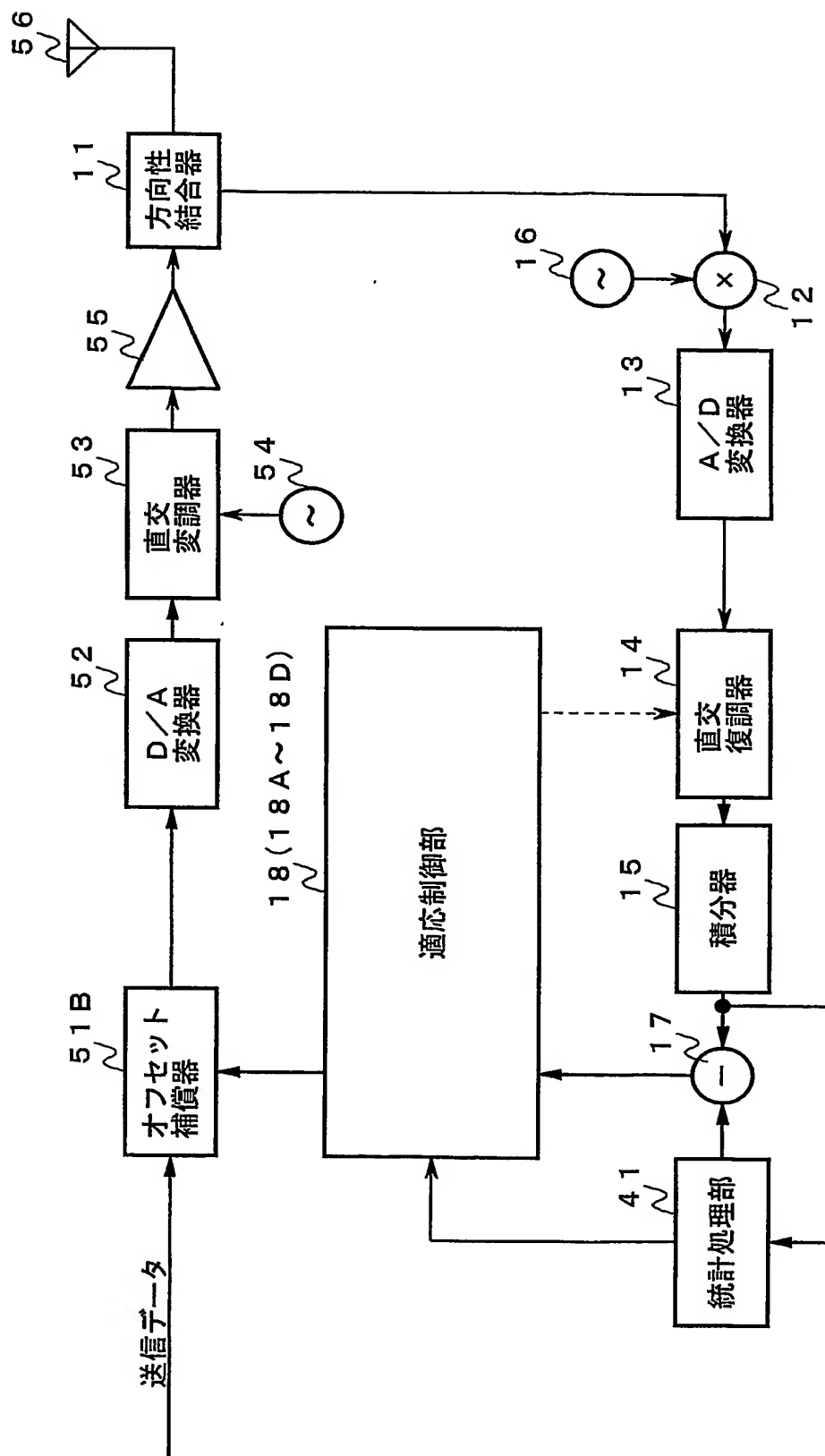
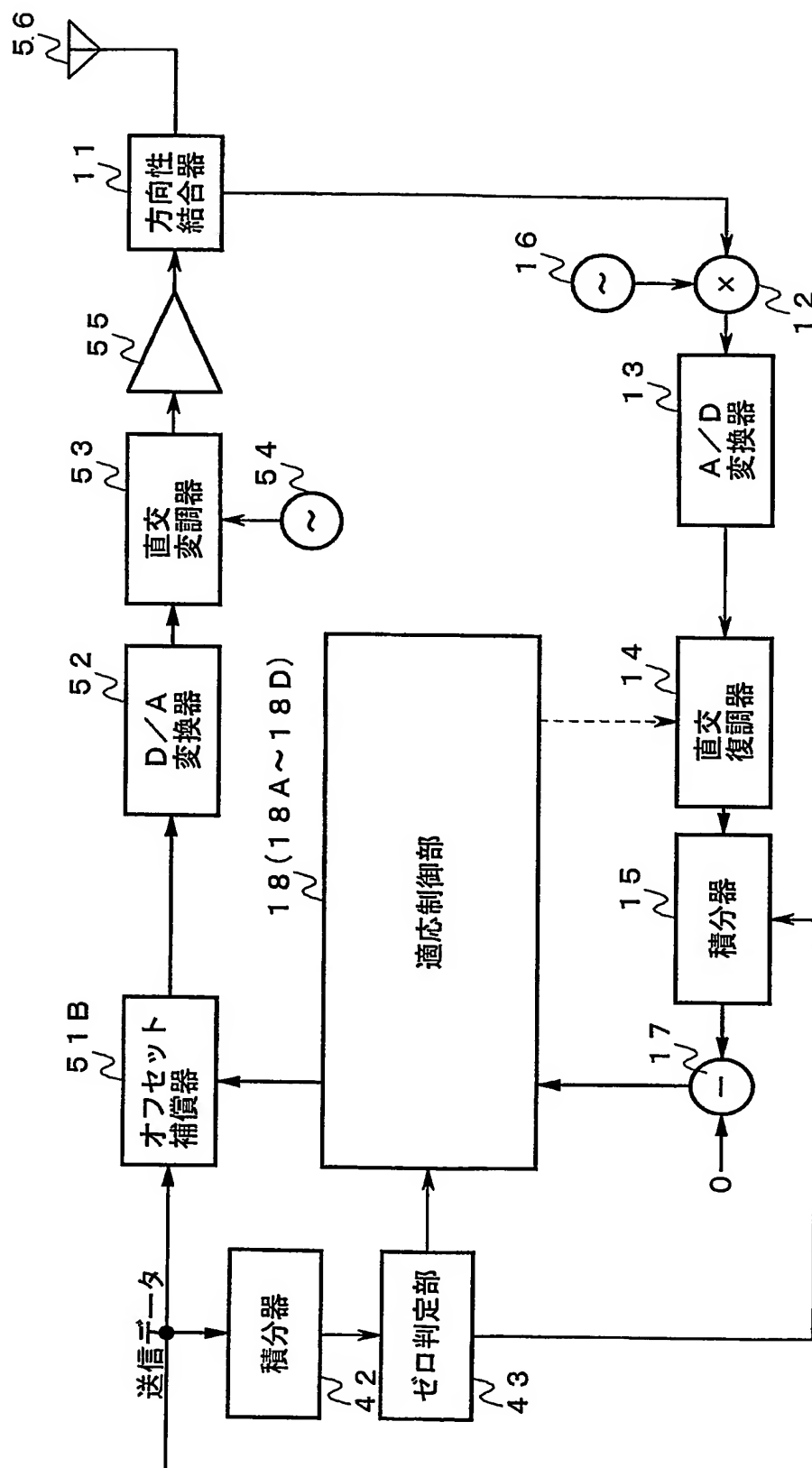


図 13



41 図

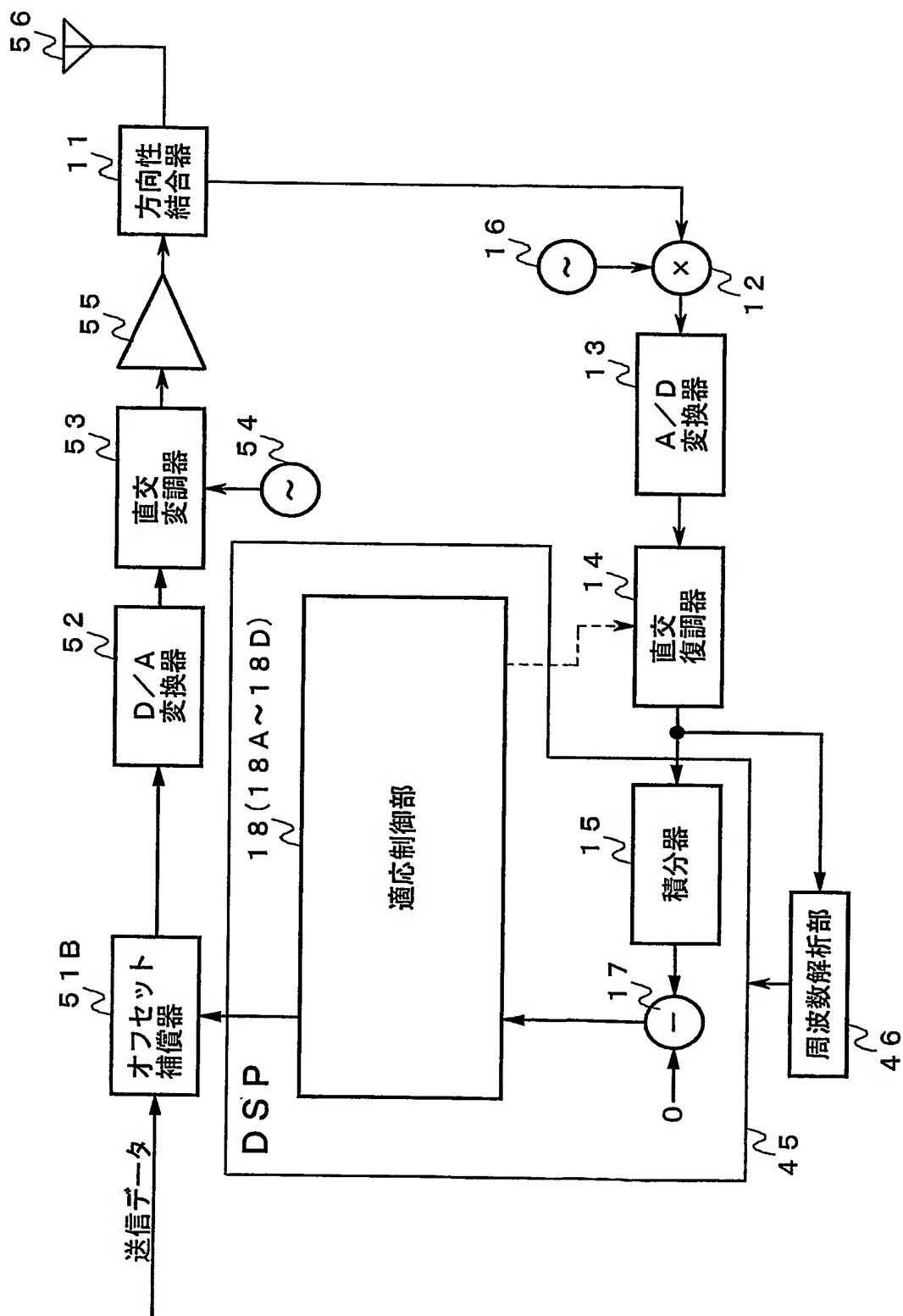
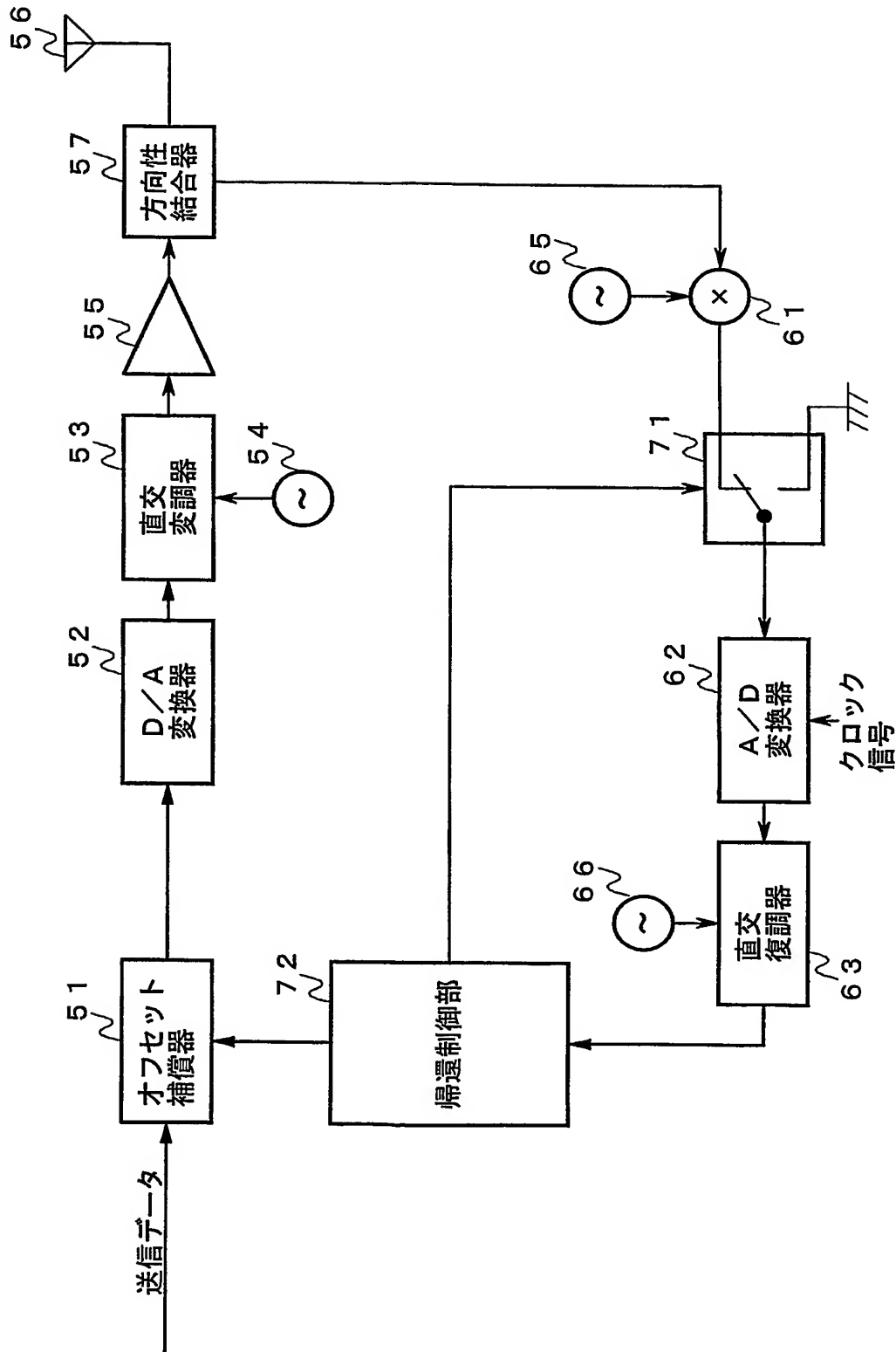


図 15



16/22

図 16

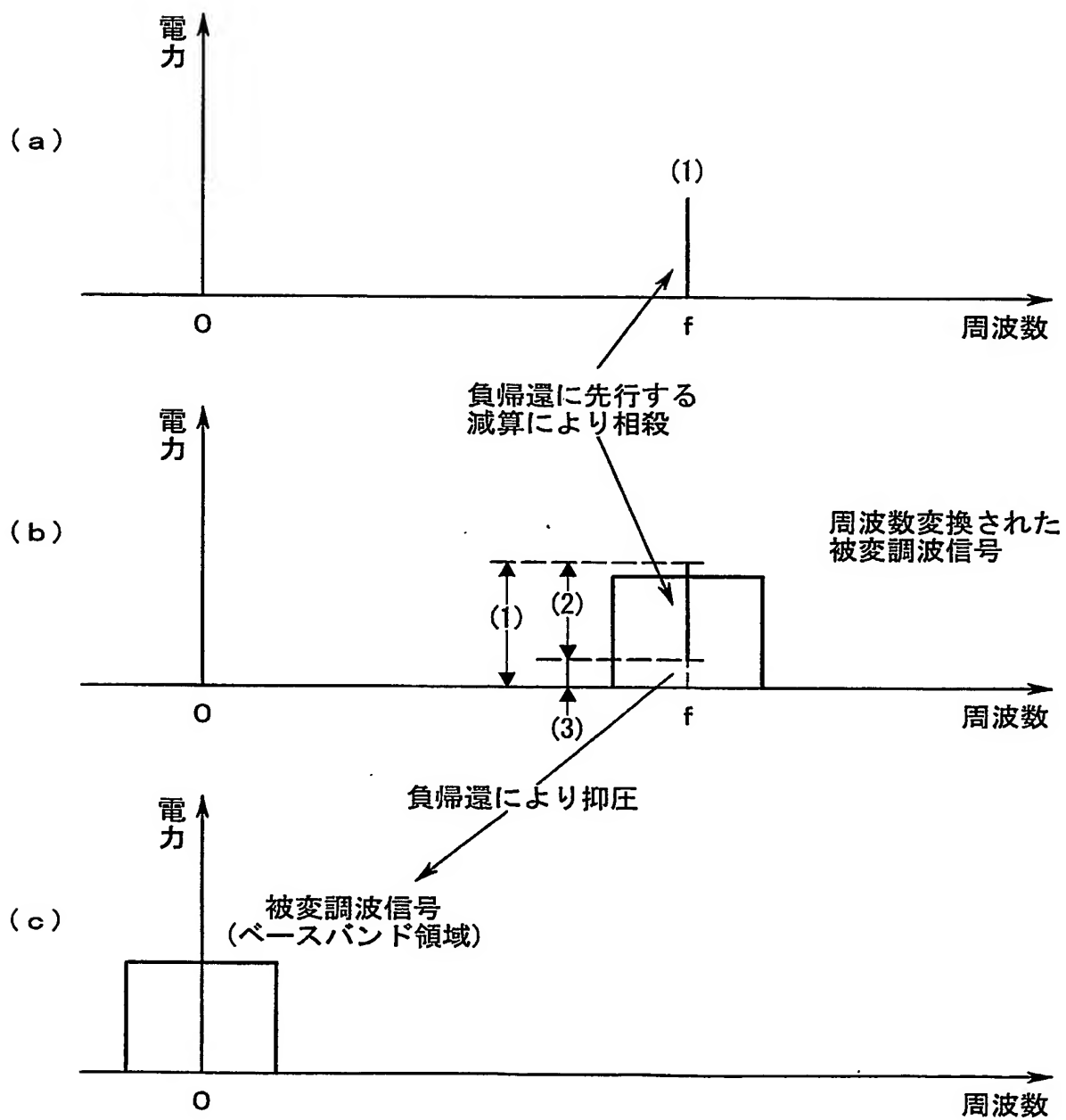
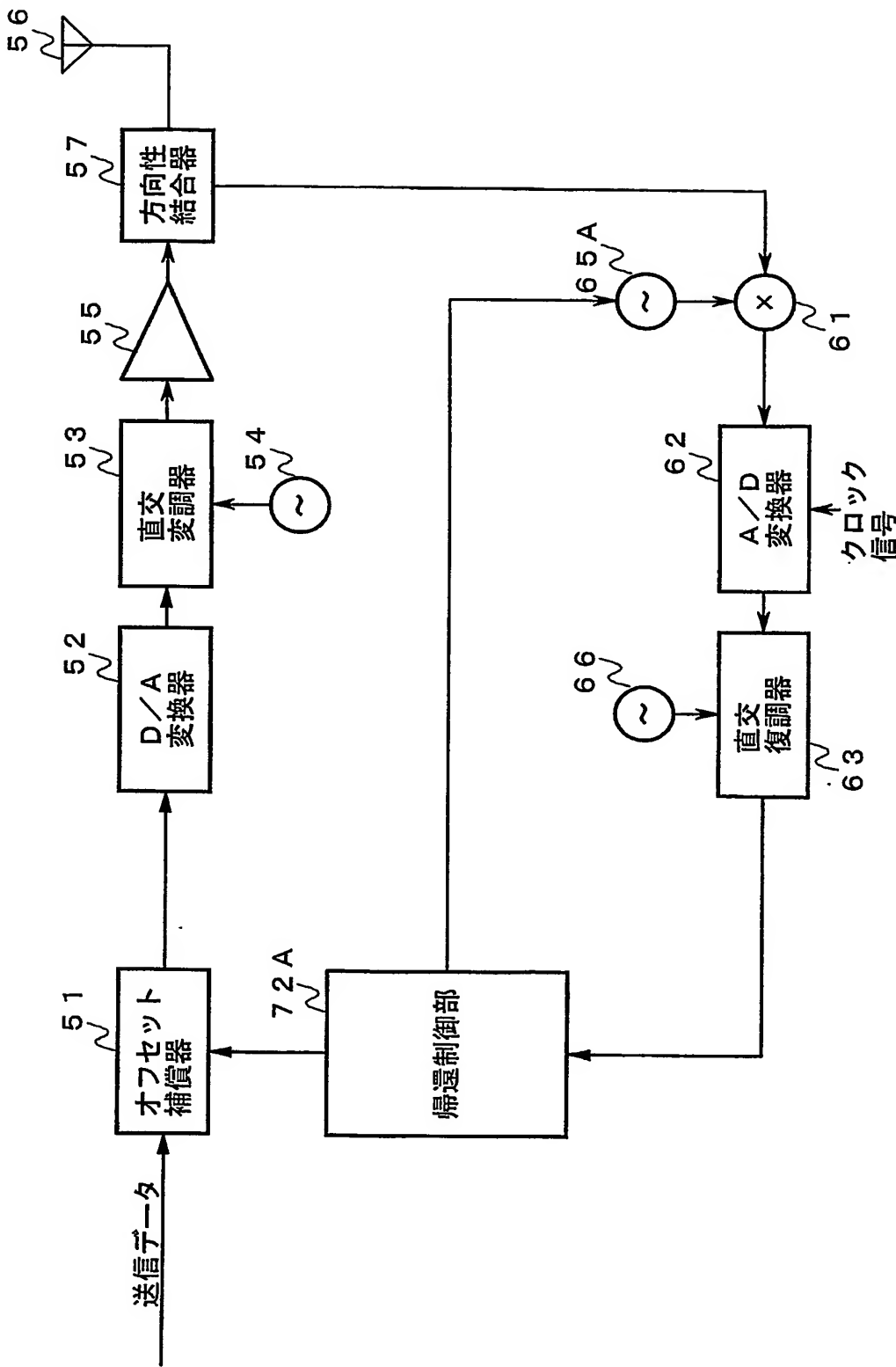


図 17



18 / 22

図 18

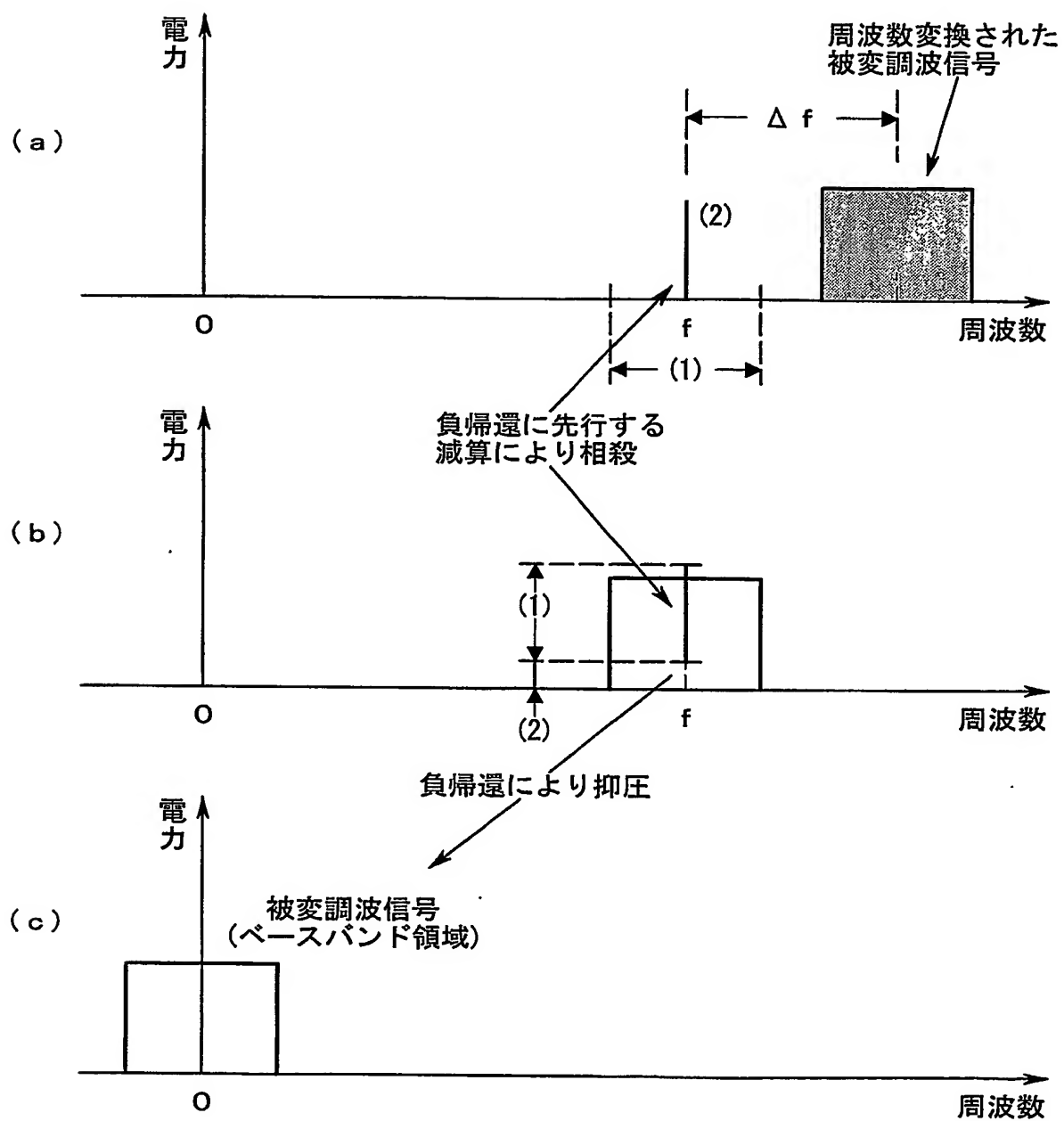


図 19

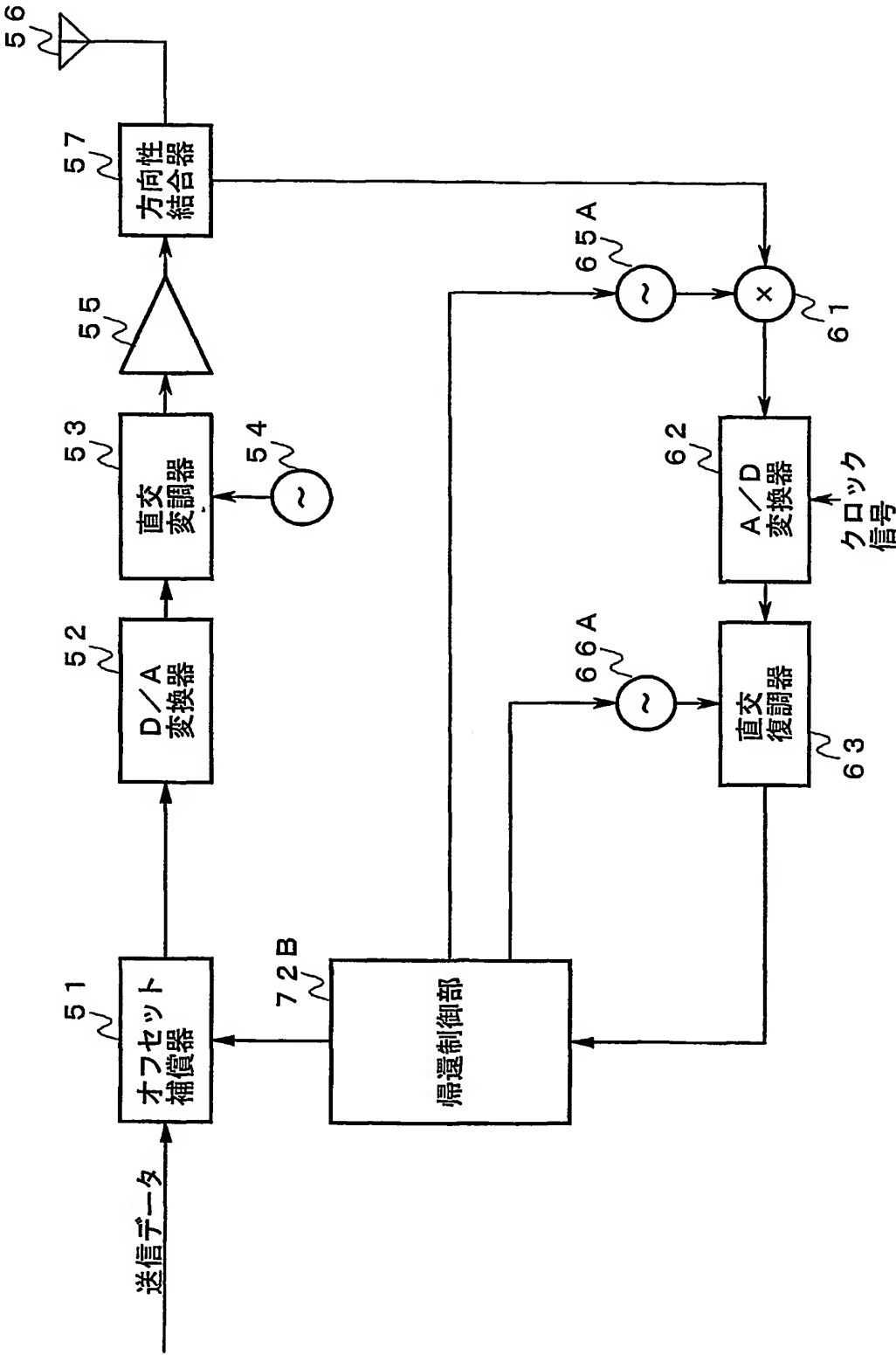


図 20

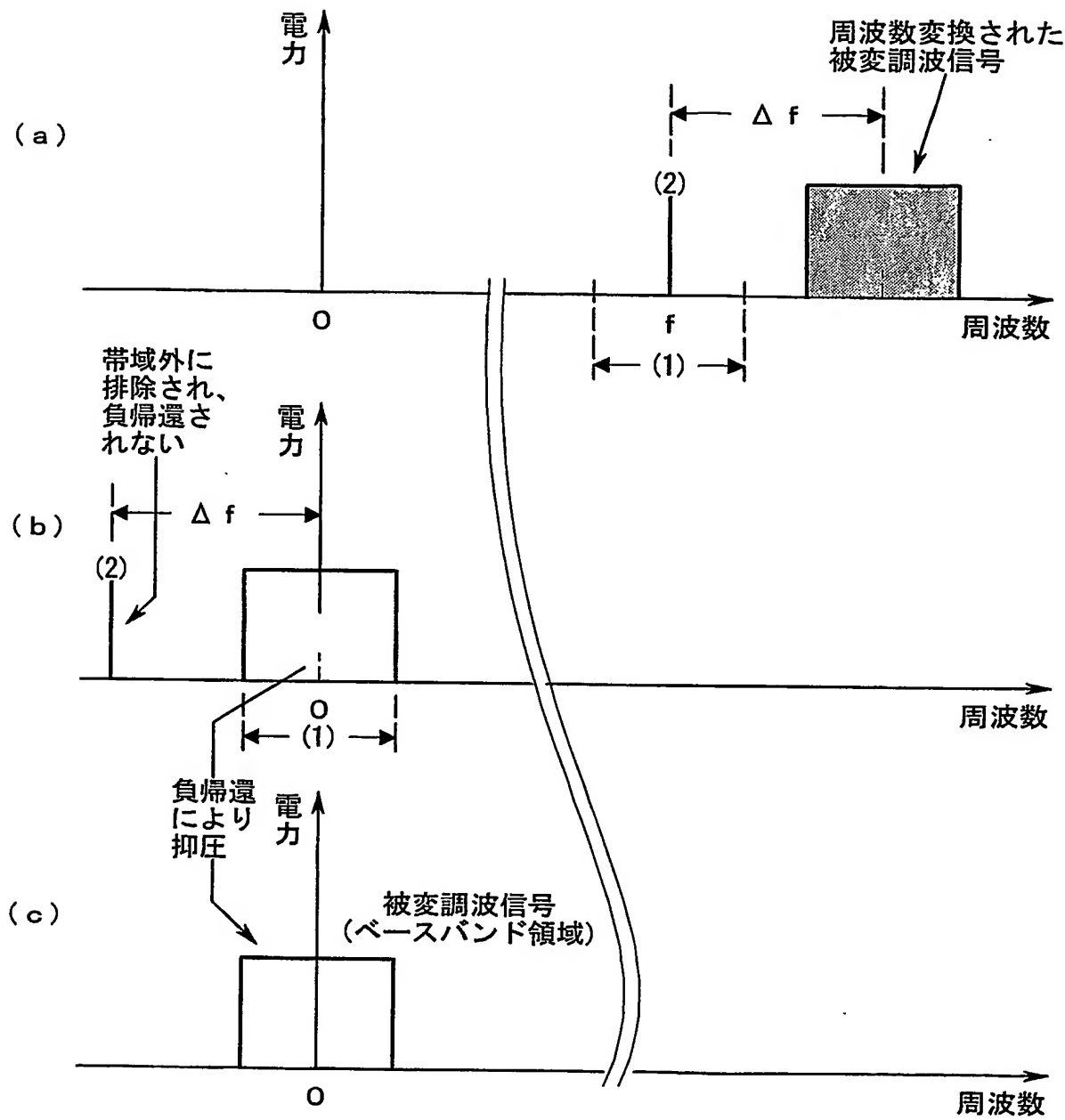


図 2 1

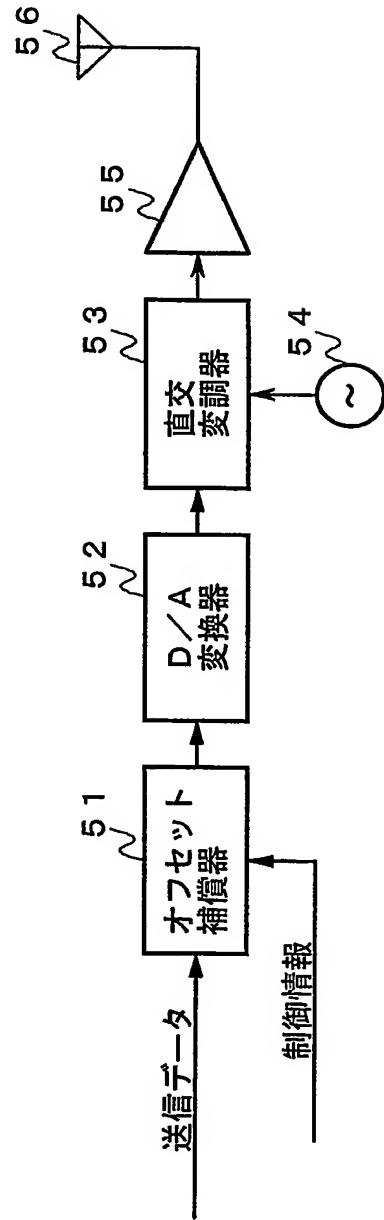
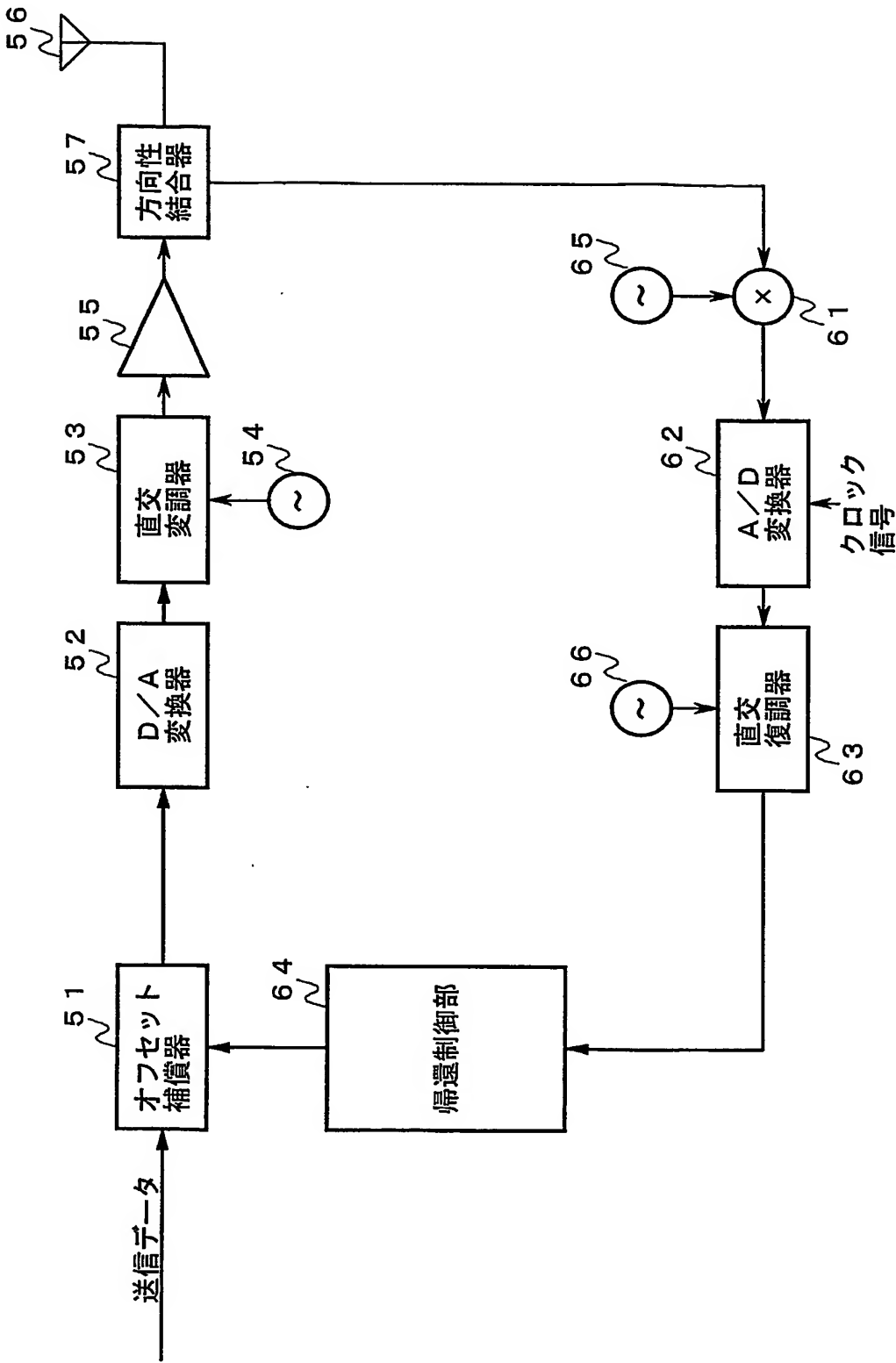


図 22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004647

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H04L27/20, H04L27/36, H03M1/10, H03H21/00 | | |
|--|---|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ H04L27/00, H04L27/20, H04L27/36, H03M1/10, H03H21/00 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | JP 10-079693 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 March, 1998 (24.03.98), Par. Nos. [0053] to [0056]; Fig. 2 & JP 3221326 B2 | 23 |
| X | JP 2001-339452 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 07 December, 2001 (07.12.01), Figs. 1 (Family: none) | 25,26 |
| X | JP 2002-077285 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 15 March, 2002 (15.03.02), Page 4, right column, lines 29 to 34; page 5, left column, lines 6 to 13; page 6, right column, lines 17 to 64; Fig. 1 (Family: none) | 25,26 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 27 May, 2004 (27.05.04) | | Date of mailing of the international search report 15 June, 2004 (15.06.04) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | | Authorized officer |
| Facsimile No. | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004647

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2002-319989 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 October, 2002 (31.10.02), Full text; Fig. 1 (Family: none) | 1-28 |
| A | JP 2000-209295 A (Fujitsu General Ltd.), 28 July, 2000 (28.07.00), Par. No. [0029]; Fig. 8 (Family: none) | 24-28 |
| A | JP 2003-142959 A (Fujitsu Ltd.), 16 May, 2003 (16.05.03), Fig. 1 & US 2003/0080814 A1 & US 6657493 B2 | 1-22 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004647

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-22 relate to adaptive control means for adding to the offset vector a compensation vector updated according to the adaptive algorithm minimizing the expectation value of the product of the inner product and the deviation vector.

Claim 23 relates to an offset compensation device including intermittent control means for intermittently supplying a modulated wave.

Claims 24-28 relate to an offset compensation device including from-station control means for setting a frequency of a from-station signal to a predetermined F and to a value different from the predetermined F.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC).)

Int. Cl⁷ H04L27/20, H04L27/36, H03M1/10, H03H21/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC).)

Int. Cl⁷ H04L27/00, H04L27/20, H04L27/36, H03M1/10, H03H21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971年-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994年-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996年-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| X | JP 10-079693 A (松下電器産業株式会社), 1998. 03. 24, [0053] ~ [0056], 第2図 & JP 3221326 B2 | 23 |
| X | JP 2001-339452 A (株式会社日立国際電気), 2001. 12. 07, 第1図 (ファミリーなし) | 25, 26 |
| X | JP 2002-077285 A (株式会社日立国際電気), 2002. 03. 15 第4頁右欄第29行~第34行, 第5頁左欄第6行~第13行, | 25, 26 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 05. 2004

国際調査報告の発送日

15. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 庸介

5 K

3149

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

| C (続き). 関連すると認められる文献 | | |
|----------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| | 第6頁右欄第17行～第46行, 第1図 (ファミリーなし) | |
| A | JP 2002-319989 A (松下電器産業株式会社), 2002. 10. 31, 全文, 第1図 (ファミリーなし) | 1-28 |
| A | JP 2000-209295 A (株式会社富士通ゼネラル), 2000. 07. 28, [0029], 第8図 (ファミリーなし) | 24-28 |
| A | JP 2003-142959 A (富士通株式会社), 2003. 05. 16, 第1図 &US 2003/0080814 A1 &US 6657493 B2 | 1-22 |

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-22は、オフセット補償装置において、内積と最新の偏差ベクトルとの積の期待値を最小化する適応アルゴリズムに基づいて更新される補償ベクトルをオフセットベクトルに加える適応制御手段に関するものである。

請求の範囲23は、オフセット補償装置において、被変調波の供給を断続する断続制御手段に関するものである。

請求の範囲24-28は、オフセット補償装置において、局発信号の周波数を規定のFとその規定のFと異なる値とに設定する局発制御手段に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。